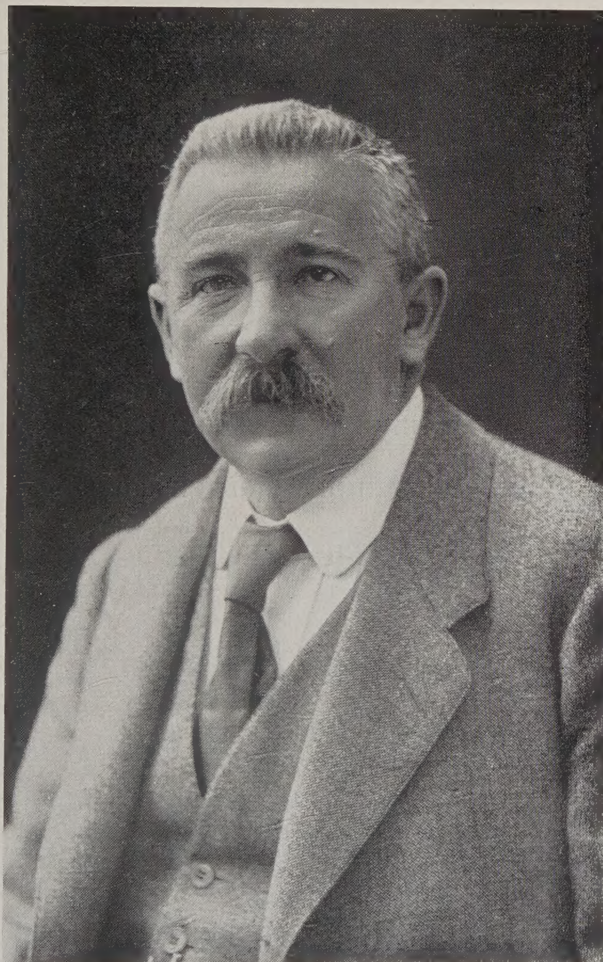
ZEITSCHRIFT
für
Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie)
und
Pflanzenschutz



E. Korschelt

Dem Geh. Regierungsrat
und emerit. ordentl. Professor der Zoologie
an der Universität Marburg a/Lahn

Eugen Korschelt

zu seinem 80. Geburtstag
gewidmet in Dankbarkeit
von seinen im Pflanzenschutz
tätigen Schülern.

Originalabhandlungen.

Untersuchungen über den Massenwechsel von Schadinsekten.

Von Ernst Janisch.

(Dienststelle für forstliche Zoologie an der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem.)

Mit 6 Abbildungen.

In der praktischen Zoologie hat der Massenwechsel der Schadinsekten stets die besondere Aufmerksamkeit sowohl des praktischen Pflanzenschutzes wie der wissenschaftlichen Forschung auf sich gezogen. Im Forstschutz spielen wegen der langen Umtriebszeiten die rechtzeitige Erkennung aufkommender Massenvermehrungen von Großschädlingen und die Prognose des Zusammenbruchs einer Kalamität eine bedeutende Rolle. Wenn wir auch heute in vielen Fällen in der Lage sind, durch Flugzeug und Motorverstäuber große Flächen schnell und wirksam zu schützen, so sind das doch immer recht kostspielige Maßnahmen, die meist erst angesetzt werden, wenn Kahlfraß großer Bestände zu befürchten ist. Die dann schon vorhandenen großen Raupenmengen wirksam zu fassen, die Wahl des richtigen Giftes in ausreichender Menge und der Zeitpunkt des Ansatzes, die Gelände- und Bestandesform, der Schutz der Menschen und Nutztiere stellen den praktischen Forstschutz in jedem Falle wieder vor neue technische Aufgaben. Trotz aller Fortschritte in der Großbekämpfung von Schadinsekten ist aber die Aufgabe keineswegs als gelöst zu betrachten, mit Sicherheit zu erkennen, ob tatsächlich ein bedrohliches Auftreten zu erwarten ist oder nicht, und ob eine bedrohlich scheinende Anzahl von Tieren tatsächlich zur Kalamität führt oder nur ein sprunghaftes Ansteigen darstellt, das ebenso schnell wieder zurückgeht. Selbst wenn sich die Bekämpfung auf die wirklich notwendigen Fälle beschränkt, so kann der Abwurf großer Giftmengen nur als ein Notbehelf angesehen werden, und immer wird wieder der Wunsch auftauchen, drohende Kalamitäten im Keime zu ersticken und den Faktoren des natürlichen Zusammenbruchs zu einer frühen Wirksamkeit zu verhelfen.

Allein schon die Befallsstärke in einem Bestand festzustellen, ist eine Aufgabe für sich, die der praktische Forstschutz besonders in Angriff genommen hat und deren Ergebnisse schon weitgehend für

die Praxis ausgenutzt werden. Aber wir wissen heute, daß nicht allein die Zahl der Tiere eine Rolle spielt, sondern weit mehr noch ihr Gesundheitszustand. Und auch dabei ist nicht nur die Zahl der parasitierten, verpilzten oder sonstwie abgestorbenen Puppen von Bedeutung, sondern vor allem der physiologische Gesundheitszustand der lebenden Individuen, d. h. ihre Lebens- und Vermehrungsfähigkeit, von der wir wissen, daß sie sehr wechselnd sein kann. Die Lebensfähigkeit einer Population auf jugendlichem Stadium ist aber an sich nicht groß. Es ist eine bekannte Tatsache, daß nur verhältnismäßig wenige Individuen überhaupt zur Fortpflanzung kommen. Legt z. B. ein Weibchen 200 Eier, so sterben unter den gewöhnlichen Bedingungen der freien Natur 198 = 99% ab, wenn die Populationsdichte die gleiche bleibt, d. h. nur die kräftigsten, widerstandsfähigsten Tiere bleiben am Leben und gelangen zur Eiablage. Die Umweltbedingungen müssen also in der Regel recht ungünstige sein, und von einer „Anpassung" kann in solchem Falle nicht gesprochen werden. Sterben unter anderen, etwas besseren Verhältnissen etwa nur 95% ab, so bedeutet das schon eine Massenvermehrung, die schnell bedrohlichen Charakter annimmt, wie es Abb. 1 schematisch für die Nonne zeigt.

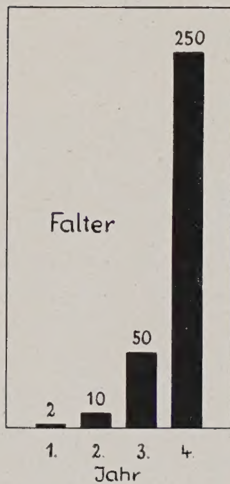


Abb. 1. Massenvermehrung der Nonne bei 95% Sterblichkeit.

Die kausale Analyse der Freilandbefunde ist meist außerordentlich schwierig. Tabelle 1 gibt ein Beispiel dafür. In einem Forstamt im Nordwesten Berlins wurden in einem geschlossenen und durchaus gleichartigen Kiefern-Altholzbestand Eizählungen der Nonne vorgenommen. Ein Zufallsergebnis ist nicht anzunehmen, da die Suche in zwei aufeinander folgenden Jahren unter gleicher Arbeitsaufsicht bei

Tabelle 1. Nonne: Eizählung an Probestämmen.
Kiefer.

Jagen	Alter	1934	1935
100	107	4672	3668
102	105	5045	260
104	122	429	5257

einheitlicher Arbeitsmethode durchgeführt wurde und die Suchfehler daher von der gleichen Größenanordnung sein dürften. In Jagen 100 ist in den 2 Jahren die Eimenge ungefähr gleich geblieben, in Jagen 102 ist sie stark gesunken, in Jagen 104 beträchtlich gestiegen. Eine Erklärung dafür ist vorläufig nicht zu geben. Derartig wechselnde Befallsstärken sind oft Anlaß zu Besorgnis. Tabelle 2 gibt das Ergebnis einer Puppensuche für den Kiefernspanner aus dem Randgebiet der Letzlinger Heide wieder. In allen 3 Jagen stieg im Jahre 1936 die Puppenzahl bedrohlich an, sank aber im folgenden Jahr wieder unter die kritische Puppenzahl von 6 je Quadratmeter. Eine Schädigung der Bestände trat in keinem Falle ein. Bei einer lehrbuchmäßig ablaufenden Kalamität ist wohl eine Einteilung der Vermehrung nach den einzelnen Jahren des An- und Abstiegs rückwirkend möglich, aber es ist außerordentlich schwierig, derartige Feststellungen schon während eines Anstiegs zu

Tabelle 2. Kiefernspanner.
Puppenzahlen bei kurzfristiger Massenvermehrung.

Kritische Puppenzahl 6 je qm		1935	1936	1937
Jg. 17	Zahl der Puppen je qm . .	5,5	40	4,7
	Vermehrungsverhältnis . . .		7,3	0,12
Jg. 20	Zahl der Puppen je qm . .	5,5	20	4,8
	Vermehrungsverhältnis . . .		3,6	0,24
Jg. 38	Zahl der Puppen je qm . .	3,5	15	4,2
	Vermehrungsverhältnis . . .		4,3	0,28

machen. Die Puppenzahl kann hier nicht die einzige Grundlage für die Prognose sein. Nach den üblichen Verfahren der forstlichen Praxis hätte bei 40 Puppen je Quadratmeter notwendigerweise 1937 eine Bekämpfung einsetzen müssen. Die Prüfung des physiologischen Gesundheitszustandes jedoch ergab, daß sie nicht notwendig war. Tabelle 3 stellt die Ergebnisse der Prüfung für 2 Jagen zusammen. Für den in Tabelle 2 mit aufgeführten Jg. 38 liegen die Verhältnisse ähnlich. Das Jahr 1935 hatte 5,5 Puppen je Quadratmeter ergeben, eine Zahl, die schon dicht an der kritischen Zahl von 6 je Quadratmeter liegt. Dieser Befund veranlaßte die Revierverwaltung, die Puppen zur Prüfung der

Tabelle 3. Gesundheitsprüfung und Prognose bei Kiefernspanner-Puppen.

Kiefernspanner	Stammzahl, Alter, qm je Stamm	Puppen je qm je Stamm	Sterblichkeit	Prognose 1 ♀ = 180 Eier		Eier gefunden je Krone	August Raupen je Krone	Puppen je Krone je qm	Sterblichkeit von Ei bis Puppe
				Falter je Krone	Eier je Krone				
1936 Jg. 17	1250 70 Jahre 8 qm	5,5 44	19%	36 58% ♀	3780	—	400	320 40	92%
1936 Jg. 20	650 79 Jahre 15,4 qm	5,5 85	16%	71 47% ♀	5940	—	—	308 20	95%
1937 Jg. 17	Quetschmethode	40 320	17%	266 50% ♀	23 940	730	600	38 4,3	99,8 %
	Biol. Methode		70%	96 53% ♀	(50%+) 9180				96%
1937 Jg. 20	Quetschmethode	20 308	14%	265 50% ♀	23 760	700	300	74 4,8	97%
	Biol. Methode		54%	142 48% ♀	(50%+) 12 240				94%

Biologischen Reichsanstalt einzusenden. Nach den in der Dienststelle für forstliche Zoologie in Ausarbeitung befindlichen Verfahren zur physiologischen Prüfung des Gesundheitszustandes von Schadinsekten wurden die Puppen bei hoher Luftfeuchtigkeit in den mehrfach von mir beschriebenen Zuchtschalen bei 22 ° gehalten. Im Jahr 1936 ergab sich eine verhältnismäßig geringe Sterblichkeit von 16—19%, gute Begattung und reichliche Eiablage, gute Schlüpffähigkeit der Eier und geringe Sterblichkeit der Raupen. Es mußte infolgedessen mit einem guten Gesundheitszustand der Bestandsraupen und einer Vermehrung gerechnet werden, die ja auch tatsächlich dann eintrat. Im folgenden Jahre wurden wiederum Puppen aus den gleichen Jagen nach demselben Verfahren geprüft. Das Bild war jetzt ein ganz anderes. Die Sterblichkeit der Puppen war, obgleich sie anfänglich gesund aussahen, sehr hoch. Sie betrug allein auf die Puppen bezogen über 90%. Um jedoch den Einwand zu berücksichtigen, daß durch die Suche und den Transport eine sekundäre Schädigung hinzugetreten sein könnte, wurden die nicht geschlüpften Puppen geöffnet und alle Puppen, die schlüpfreife Falter enthielten, als im Walde schlüpffähig angesehen. Selbst dann ergab sich noch eine Sterblichkeit von 70% in Jg. 17 und von 54% in Jg. 20. Von den abgelegten Eiern kamen rund 50% nicht zum Schlüpfen und auch

die Raupen zeigten schlechtes Wachstum und erhebliche Sterblichkeit, so daß mit einer unmittelbaren Gefahr für den Bestand nicht gerechnet zu werden brauchte. In der Waldstation der Preußischen Versuchsanstalt für Waldwirtschaft, die mir ihre Zahlen freundlichst mitteilte, wurde der Gesundheitszustand nach dem Parasitenbefall durch die bekannte Quetschmethode untersucht und ergab 17% bzw. 14% parasitierte Puppen. Nach dem in der Waldstation ermittelten durchschnittlichen Puppengewicht für die Spanner der Letzlinger Heide mußte mit einer Eizahl von 180 je Weibchen gerechnet werden. Die Einzelheiten der Befunde und die darauf aufgebauten Prognosen sind in Tabelle 3 zusammengestellt. Der Eibelag je Krone allein auf der Grundlage der Parasitierung berechnet wäre bedrohlich gewesen.

Dieses Beispiel aus der Praxis gibt für die wissenschaftliche Forschung über das Massenwechselproblem recht beachtliche Hinweise. Vor allem zeigt es, daß selbst bei einer beträchtlichen Vermehrung z. B. in Jg. 17 von 5,5 auf 40 Puppen je Quadratmeter eine große Sterblichkeit von Ei bis Puppe vorhanden ist. Der letzte Stab in Tabelle 3 gibt die Sterblichkeitsziffern, im einzelnen betrachtet, von der berechneten Eimenge bis zur tatsächlich gefundenen Puppenzahl an. Sie ist immer größer als 90%. Es ist hier nicht der Ort, ausführlich auf die Folgerungen aus dieser Feststellung für die Beurteilung von Massenvermehrungen im einzelnen einzugehen, es kann nur kurz gesagt werden, daß alle Gründe, die bisher als für den Massenwechsel verantwortlich angeführt worden sind, einer Nachprüfung bedürfen. Die einen sagten, daß es allein die Parasiten wären, die die Zahl der Schadinsekten verringerten und das „biologische Gleichgewicht“ in der Natur herstellten, andere hielten Vögel, Raubinsekten oder Krankheiten für die allein Verantwortlichen, oder Klima und Witterung wurden als die ausschlaggebenden Faktoren angesehen. Auch sogenannte „innere“ Gründe wurden angeführt. An der großen Sterblichkeit, die auch bei starker Vermehrung vorhanden ist, sind alle diese Faktoren stets mehr oder minder beteiligt. Es nützt aber garnichts festzustellen, daß z. B. Vögel oder Ameisen zahlreiche Insekten eintragen, oder daß viele Raupen oder Puppen parasitiert sind, wenn nicht festgestellt wird, wie die an sich geringfügig scheinende Verschiebung der Sterblichkeit z. B. zwischen 92 und 96% zustande kommt, wie beim Kiefernspanner 1936 und 1937 in Jg. 17 nach Tabelle 3 oder zwischen 99 und 95% bei der Nonne nach Abb. 1. Selbst die genaueste Analyse von Freilandbeobachtungen wird hier nicht weiterhelfen, da niemals bei freilebenden Tieren 100% erfaßt werden können, wie es notwendig wäre, denn es kommt ja auf alle Tiere vom Ei bis zum Falter an und nicht nur auf einzelne Tiere. Es erscheint unmöglich, bei den großen Suchfehlern der bisher üblichen Freilandverfahren solche geringen Sterblichkeitsänderungen im Walde

überhaupt festzustellen oder gar die Gründe dafür aufzufinden. Selbstverständlich bilden die Freilandbeobachtungen stets die Grundlage für die wissenschaftliche Forschung, und es kann auf sie keinesfalls verzichtet werden, schon im Interesse des praktischen Forstschutzes nicht, aber die eigentliche Aufgabe beim Massenwechselproblem kann nur durch das physiologische Experiment einer Lösung näher gebracht werden, das sich sowohl gestellter gleichbleibender Bedingungen im Laboratorium wie der natürlich gegebenen Verhältnisse im Freiland bedient, sie auf das Engste in Beziehung setzt und die Einzelfaktoren sowohl wie die physiologischen Reaktionen einer genauen Prüfung unterzieht. Die Methoden des Laboratoriumsversuchs sind in den letzten Jahren bedeutend verfeinert worden, für die genaue Freilandbeobachtung aber und vor allem für das Freilandexperiment bedarf die Versuchstechnik noch der Ausgestaltung.

Die Arbeiten am Massenwechselproblem sind sehr vielseitig und die Meinungen im einzelnen noch keineswegs abgeschliffen und in sich ausgerichtet. Dazu sind unsere Kenntnisse von den physiologischen Reaktionen der Insekten noch viel zu gering, und es spielen zu viele Einzelprobleme hinein, die von der biologischen Forschung erst in jüngster Zeit angefaßt sind. Erwähnt seien nur die Wirkung der Umweltfaktoren auf Entwicklung, Sterblichkeit und Fortpflanzung in ihren vielfältigen Beziehungen, vor allem in der Nachwirkung bei kurzfristigen Einflüssen, die durch sie hervorgerufenen Konstitutionsänderungen, das Problem der Widerstandsfähigkeit bei Populationen und Einzeltieren gegenüber biotischen und abiotischen Einflüssen, insbesondere die Anfälligkeit gegenüber Krankheiten und die Bedingungen für den Krankheitsverlauf.

Alle diese Erscheinungen hängen eng zusammen und können nur nach einem einheitlichen biologischen Gesichtspunkt als Ganzes gewertet werden. Das Massenwechselproblem der Schadinsekten stellt die wissenschaftliche Forschung vor schwierige und langfristige Aufgaben, denn es ist ein biologisches Problem größten Ausmaßes, das in vielen Punkten Neuland der Forschung ist. Alle Einzeluntersuchungen sind nur als Teile des Ganzen anzusehen, und mancher Meinungsaustausch wird noch notwendig sein, ehe jedes Ergebnis seine richtige Einordnung findet, denn jede neue Erkenntnis erfordert eine Neuwertung des Bekannten, erneute Fragestellung und wiederholte Durchführung der Experimente. Mit der gelegentlichen Durchführung einzelner Versuchsserien ist dabei nicht viel gewonnen, vor allem, wenn sie mit unzulänglichen Mitteln angestellt werden, weil sie mehr Verwirrung anrichten, als daß sie fördern.

Obwohl also seit langem bekannt ist, daß unter den gewöhnlichen Bedingungen des Freilandes die größte Mehrzahl der Individuen stirbt, sind für das Massenwechselproblem alle Folgerungen daraus noch keineswegs gezogen worden. Wenn man z. B. Nonnenraupen unter optimalen

Bedingungen aufzieht, so gelingt es bei gesundem Tiermaterial verhältnismäßig leicht, sämtliche Individuen am Leben zu erhalten. Auch bei gut gepflegten Zimmerzuchten ist die Sterblichkeit im allgemeinen gering. In der freien Natur aber sterben alle irgendwie schwächlichen Tiere ab, die meisten schon bei geringen Abweichungen von den optimalen Bedingungen auf jugendlichem Stadium. Die Deutung, daß es sich um ein besonders empfindliches Jugendstadium handelt, trifft aber nicht das Richtige, denn nicht das Stadium als solches ist empfindlich, sondern die Mehrzahl der Individuen, die dann noch vorhanden sind. Wir kommen damit zu einer Wertung der Individuen innerhalb einer Population auf Grund der physiologischen Unterschiede in ihrer Reaktionsfähigkeit. Nicht auf den Durchschnitt der im Laboratorium am Leben erhaltenen Tiere kommt es an, sondern auf die physiologisch Besten, denn sie sind es, die sowohl die Art erhalten wie auch bei nur wenig geringerer Sterblichkeit Kalamitäten verursachen. Es hat also durchaus seine Berechtigung, wenn die Festlegung der naturgesetzlich bestimmten artgemäßen Reaktionsfähigkeit nur auf die besten Individuen bezogen wird. Ich habe in einer Reihe von Arbeiten gezeigt, daß die Individualität eine gerichtete ist, d. h. daß alle übrigen Werte als Abweichungen von der Höchstleistung in Richtung zur schlechteren Leistung und als Schadwirkung aufzufassen sind und daß ein irgendwie erhaltener Mittelwert nicht als Vergleichspunkt dienen kann, weil er selbst umweltbedingt und nicht eine physiologische Erbeigenschaft ist[1]).

Wie sich die verschiedene physiologische Reaktionsfähigkeit der Individuen auswirkt, zeigt Abb. 2. Frisch gehäutete Nonnenraupen II wurden aus einer Vorfrühlingszucht entnommen und in 22 ° bei 92% rel. Luftfeuchtigkeit an einjährigen Kiefern bzw. Fichten weitergezogen. Die Sterblichkeit auf dem 2. Stadium war an Kiefern 0%, an Fichte 3,9%. An der besseren Kiefernnahrung erfolgte die 2. Häutung innerhalb von 2 Tagen, an der schlechteren Fichte aber zog sie sich bis zum 18. Tage hin. Der Verlauf der Häutungskurven zeigt deutlich, daß sie an den Fußpunkten eng zusammenliegen, d. h. daß die sich zuerst häutenden physiologisch besten Individuen weniger stark auf den Futterunterschied reagieren als die physiologisch schwächeren. Die schwächsten Tiere in diesem Versuch starben bei Fichtennahrung, wahrscheinlich weil sie überhaupt nicht imstande waren, Nahrung

[1]) Auf die Literatur einzugehen, würde den Rahmen dieses Aufsatzes überschreiten. Literaturangaben finden sich in meiner in Kürze erscheinenden Schrift: Das klimatische Optimum der Nonnenraupe (Mitt. aus Forstwissenschaft und Forstwirtschaft) und den dort angeführten Arbeiten. Vgl. auch E. Janisch, Eine neue Pilzkrankheit bei Nonnenraupen. — Arb. über physiol. und angewandte Entomol. **5**, 1, 1938 und E. Janisch, Physiologische Grundlagen der Nonnenprognose. — Anz. f. Schädlingskunde **12**, 77, 1936.

von den harten Fichtennadeln aufzunehmen. Derartige Unterschiede in der Reaktionsfähigkeit der Individuen sind bei allen irgendwie nicht optimalen Bedingungen zu finden und ebenso auch bei Populationen, die eine verschieden starke Schädigung durch Umweltfaktoren erfahren und dementsprechend eine unterschiedliche Konstitution haben.

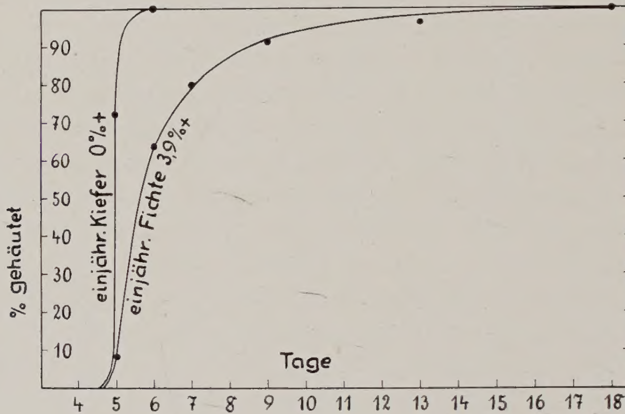


Abb. 2. Nonne. 2. Häutung in 22°, 92% rel. Feuchtigkeit. Häutungsfolgen der Raupen II an verschiedenem Futter.

Solche Reaktionsverschiedenheiten sind die Grundlage für die Bewertung des Gesundheitszustandes von Populationen und geben auch heute schon Anhaltspunkte für physiologisch begründete Prog-

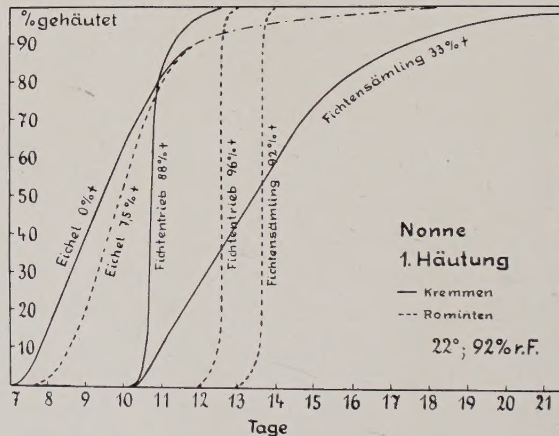


Abb. 3. Häutungsfolgen von Nonnenraupen I von 2 Herkünften an verschiedenem Futter. Winterprüfung.

nosen, obgleich viele Einzelheiten in unserer Kenntnis noch fehlen. Abb. 3 zeigt die Häutungsfolgen für zwei verschiedene Herkünfte bei der Winterprüfung mit verschiedenen, im Winter zur Verfügung stehen-

den Futterarten. Die Herkunft Kremmen (Beginn einer Massenvermehrung an Kiefer) zeigte sich als gesünder als die aus der Rominter Heide (Höhepunkt einer Kalamität an Fichte). Die geringsten Unterschiede fanden sich bei Eichelfütterung, die sich schon durch die geringe Sterblichkeit als beste Winterfütterung für junge Nonnenraupen erweist. Im Gewächshaus getriebene Fichte ruft demgegenüber eine bedeutende Sterblichkeit hervor, die bei dem schlechteren Gesundheitszustand der Rominter Nonnen größer ist als bei den Kremmener. Entsprechend ist die Verlagerung der Häutungsfolge, die mehrere Tage später beginnt als bei Eichelfütterung, dann aber bei der Rominter Herkunft noch um zwei Tage gegenüber den Kremmener Nonnen verschoben ist. Bei Fütterung mit frisch gezogenen Fichtensämlingen, die trotz ihrer Weichheit kein gutes Futter für Eiraupen sind, ist der Unterschied der Sterblichkeit bedeutend größer. Infolgedessen überschneiden sich die Häutungsfolgen der Überlebenden, weil bei den Rominter Nonnen die

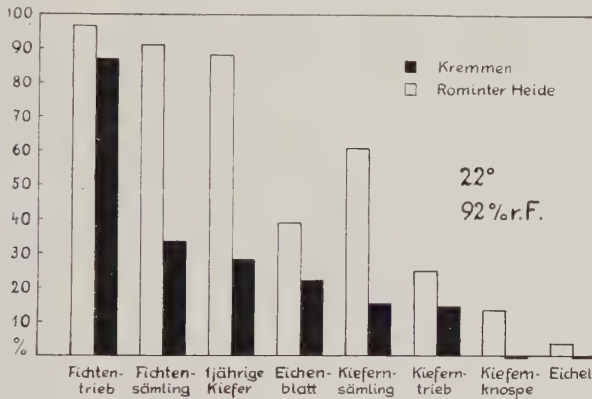


Abb. 4. Sterblichkeit von Nonnenraupen I von 2 Herkünften an verschiedenem Futter. Winterprüfung.

Häutung drei Tage später beginnt, aber kaum noch Schwächlinge vorhanden sind, die die Kurve bei der Kremmener Herkunft bei geringer Sterblichkeit in die Länge ziehen. Es kommt also ganz auf die Auslese an, die jeweils stattgefunden hat. Aus dem gleichen Grunde können die Häutungsfolgen der Kremmener Nonnen bei Ernährung mit Fichtentrieben und Fichtensämlingen nicht in derselben Weise gewertet werden wie die Kurven in Abb. 2, obgleich das Bild äußerlich ähnlich ist. Über die Sterblichkeit gibt Abb. 4 Auskunft. Hier sind eine Anzahl von Winterfutterarten geprüft worden. Der Unterschied bei beiden Herkünften ist deutlich. Eine Sterblichkeit von 0% trat nur bei den Kremmener Nonnen an geschälten Kiefernknospen und an Eichel auf. Die geringere Sterblichkeit der Rominter Nonnen an Eichel zeigt aber, daß Eichel das bessere Winterfutter darstellt. Je nach den Umweltbedingungen

reagieren also die einzelnen Herkünfte mit verschiedener Konstitution anders und zwar um so deutlicher, je mehr sich Konstitution, Auslese und die einzelnen Faktoren der Umwelt die Waage halten. Je mehr sich die Bedingungen dem Optimum nähern, desto geringer wird die Auslese durch Sterblichkeit und desto mehr gleichen sich die Reaktionen eines großen Teiles der Überlebenden einander an; je schlechter die Umweltbedingungen sind, desto stärker wird die Auslese und desto ähnlicher werden wieder die Reaktionen der wenigen Überlebenden. Ziel solcher Gesundheitsprüfungen ist es, die Kombination von Umweltbedingungen zu finden, die in klarster Weise den physiologischen Gesundheitszustand der einzelnen Herkünfte erkennen läßt. Wichtig ist, daß die Bedingungen immer wieder gleich gestaltet werden können, um stets in gleicher Weise die Reaktionen mit der arteigenen Höchstleistung vergleichen zu können. Die Prüfung soll schon in der zweiten Winterhälfte durchgeführt werden und beendet sein, bevor die Tiere im Freien erscheinen.

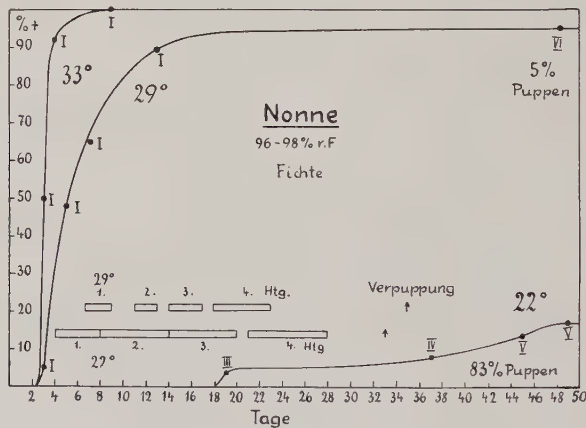


Abb. 5. Absterbeordnungen und Häutungsbreiten von Nonnenraupen in verschiedenen Temperaturen.

Außer den Häutungsfolgen und der Sterblichkeit geben auch die Absterbeordnungen ein Bild von dem Zustand einer Population. In Abb. 5 ist das Verhalten einer Nonnenpopulation in verschiedenen Temperaturen dargestellt. In 33° starben sämtliche Raupen auf dem ersten Stadium innerhalb weniger Tage ab. Die römischen Ziffern an den Punkten geben das Stadium an, auf welchem das Absterben erfolgte. Auch in 29° starben nahezu 90% als Raupe I, aber die Zeit, die dazu benötigt wird, ist schon länger, denn 29° ist nicht so stark schädigend wie 33°. Nach 48 Tagen trat dann noch in geringer Prozentzahl Absterben auf dem Raupenstadium VI auf. 5% der Tiere entwickelten sich zu Puppen. Auch diese beiden Kurven hängen an den Fußpunkten zusammen und

entfernen sich erst später voneinander, d. h. in diesem Falle, daß die schwächsten Individuen, die zuerst sterben, auf den Unterschied von 29 ° und 33 ° nicht so stark reagieren wie die etwas widerstandsfähigeren oder gar die stärkeren Tiere. Das entspricht dem, was ich oben sagte, daß die schwachen Individuen meist schon bei geringen Abweichungen vom Optimum sterben. In der optimalen Temperatur von 22 ° traten die ersten Toten erst auf dem dritten Stadium nach 19 Tagen auf, ein Zeichen dafür, daß optimale Bedingungen die Sterblichkeit ohne weiteres aufzuhalten vermögen und sie auf spätere Stadien verschieben. Nach geringer Sterblichkeit als Raupe III, IV und V entwickelten sich hier 83% Puppen. Aus diesem Verhalten ist der Einfluß der Temperatur auf die Absterbefolge klar zu erkennen. Beginn und Ende der Häutungen ist aus den eingezeichneten Blöcken ersichtlich. Die schädigende Temperatur von 29 ° verzögert zunächst die Entwicklung, durch die starke Auslese bleibt aber die Variationsbreite stets kleiner als in 22 °. Bei der dritten Häutung jedoch hat der erste Häuter in 29 ° gegenüber 22 ° aufgeholt und bei der vierten Häutung die Tiere in 22 ° überflügelt. Diese allmählich einsetzende schnellere Entwicklung nach anfänglicher Verzögerung bedarf noch einer genauen Untersuchung und hängt eng mit der Frage der Gesundung nach Schadeinflüssen zusammen. Daß hier aber doch eine Schädigung eingetreten ist, zeigt die gegenüber 22 ° verspätete Verpuppung. Es ist also auch eine Beschleunigung, wie sie hier im Laufe des Entwicklungsganges bemerkt wird, ebensowenig ein Zeichen für optimale Reaktion wie die schnellere Entwicklung in überoptimalen Temperaturen bei der Abhängigkeit der Entwicklungsdauer von der Temperatur. Über diese Abhängigkeit und die Bedeutung des Optimums habe ich ausführlich in der auf Seite 441 angezeigten Arbeit „Das klimatische Optimum der Nonnenraupe“ gesprochen, so daß ich hier darauf verweisen kann. Auch für das unterschiedliche Verhalten mehrerer Herkünfte gegen Temperatureinflüsse habe ich dort Beispiele gebracht.

Der Begriff des Optimums spielt beim Massenwechselproblem eine erhebliche Rolle. Seine Existenz als physiologisches Art- bzw. Rassemerkmal wird vielfach bestritten. Die Auffassungen unterscheiden sich z. T. lediglich durch Definitionen, z. T. dadurch, daß jede physiologische Reaktion für sich betrachtet und z. B. die geringste Sterblichkeit, die kürzeste Entwicklungsdauer, der pro Zeiteinheit intensivste Stoffwechsel, die größte Eizahl absolut oder je Zeiteinheit als Kennzeichen optimalen Verhaltens angesehen wird. Mit den bisher üblichen Methoden ist die Verschiedenheit der Auffassungen wohl kaum auf eine Linie zu bringen. Ich habe in meiner Arbeit über das klimatische Optimum der Nonnenraupe ein neues Verfahren entwickelt, das hier weiterhelfen kann und auf der Verlagerung der Entwicklungsdauer-Temperatur-

Kurve durch Zweitbedingungen, z. B. verschiedene Luftfeuchtigkeit, Ernährung, beruht. In Abb. 6 ist eine solche Verlagerung an einem Beispiel dargestellt. Sie tritt ein bei verschiedener Luftfeuchtigkeit, bei nicht gleichwertigen Futterarten, bei Herkünften mit verschiedener Konstitution, bei dauerndem und nur stadienweisem Aufenthalt in den betreffenden Temperaturen; auch früheste Häutung und Mittelwert zeigen eine solche Verlagerung. Durch solche nicht optimalen Zweitfaktoren, durch längeres Verweilen in den Temperaturen und durch früher eingetretene Schädigungen von Populationen werden die Zeiten bis zur oberen Kurve verlängert. Das gilt nicht nur für das in Abb. 6 angeführte Beispiel, sondern auch für andere Stadien der Nonnenraupen.

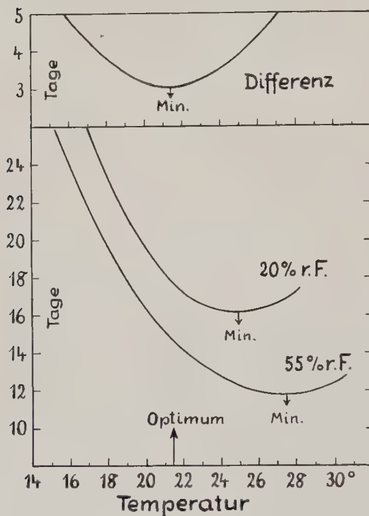


Abb. 6. Verlagerung der Entwicklungsdauer - Temperaturkurve der Nonnenraupe durch Zweitfaktoren und Feststellung des Temperaturoptimums durch die Differenz. 3. Häutung bei Durchzucht in 20% und 55% rel. Luftfeuchtigkeit.

Bei dieser Verlagerung verschiebt sich auch das Minimum bzw. bei Reaktionen in der Zeiteinheit das Maximum. Es liegt in Abb. 6 für 55% rel. Luftfeuchtigkeit bei 27,5 °, für 20% r. F. bei 25 °. Dieses Minimum ist aber nicht das Optimum, denn eine optimale Temperatur darf keine Schädigung für den betreffenden Organismus bedeuten. Die Verzögerung der Entwicklung muß also größer werden, wenn zu der Wirkung der Zweitfaktoren, der Individualität und früherer Schadeinflüsse die Schädigung durch nichtoptimale Temperaturen hinzutritt. Die kleinste Differenz zwischen den beiden Kurven muß also die Temperatur kennzeichnen, die optimal ist. Eine solche Differenz ist in Abb. 6 oben gezeichnet und ergibt für die Nonnenraupe ohne Rücksicht auf das Stadium ein Temperaturoptimum von 21,5 °. Das ist aber die gleiche Temperatur, in der für die gesamte Raupenentwicklung und für einzelne Stadien auch die geringste Sterblichkeit, die größte Widerstandsfähigkeit gegen Krankheitserreger und Gift gefunden wird. Damit ist die Einheit von Entwicklungsoptimum und vitalem Optimum bewiesen, und das ist für das Massenwechselproblem von grundsätzlicher Bedeutung.

Wenn man das Minimum der Entwicklungsdauerkurve als Optimum bezeichnet, so ist seine Lage und dann auch die gesamte Temperaturreaktion bedingt durch Umweltfaktoren. Für das Vorkommen und die Vermehrung, überhaupt für die Lebensfähigkeit wesentliche physio-

logische Artmerkmale, wie sie in der Temperaturreaktion zum Ausdruck kommen, werden also zu umweltbedingten Erscheinungen gestempelt, eine rein lamarckistische Anschauung. In Wirklichkeit ist aber die Reaktion auf die Umwelt durch die Erbanlagen gegeben. Es ist notwendig, hier eine klare Entscheidung zu treffen. Für das Massenwechselproblem und die Kennzeichnung des physiologischen Gesundheitszustandes von Populationen bedeutet die genaue Festlegung des Temperaturoptimums und ebenso auch des Feuchtigkeitsoptimums und anderer, daß jede Abweichung vom Optimum eine Schädigung darstellt. Massenvermehrungen können nur dann eintreten, wenn sich die Umweltbedingungen dem Optimum nähern; aber je stärker die physiologischen Schädigungen sind, die die Schadinsekten in sich tragen, desto geringer ist die Gefahr einer Kalamität. Bei nahezu optimalen Bedingungen und gesundem Tiermaterial können dann auch Parasiten und Räuber die Massenvermehrung nicht aufhalten.

An einem Beispiel sei nun noch geschildert, wie solche physiologischen Schädigungen zustandekommen und sich für die individuelle Variabilität auswirken. Bei früheren Versuchen mit der Bettwanze *Cimex lectularius* als Testobjekt wurden mehrere Generationen hintereinander in einer schädigenden Temperatur von 34 ° gezogen, die nahe der oberen Lebensgrenze liegt. Wie Tabelle 4 zeigt, waren in der ersten Generation am 20. Tage nur Larven IV und V vorhanden, in der dritten Generation (die zweite wurde nicht beobachtet) hatte sich die Schädigung schon dahin ausgewirkt, daß Larven II, III, IV und V nebeneinander lebten, also eine starke Verzögerung der Entwicklung und Ver-

Tabelle 4.
Änderung der Variabilität durch langfristige und kurzfristige Einflüsse extremer Temperaturen bei der Bettwanze *Cimex lectularius*.

Temp.	Behandlung	Generation	Tag	Gleichzeitig vorhandende Larven				
34 ° 75% rel. Feuchtigkeit	Dauerzucht	1.	20.				IV	V
		3.	20.		II	III	IV	V
		4.	20.	I	II	III	IV	
		5.	20.			III		
27 ° 75% rel. Feucht.	unbehandelt	1.	23.				IV	V
	Eier 24 Std. 40 °	1.	23.	I	II	III	IV	V

größerung der Variationsbreite eingetreten war. Die kräftigsten Tiere jedoch hatten sich in dieser Zeit noch zu V entwickelt. In der vierten Generation waren sogar am 20. Tage noch Larven I, aber noch keine V vorhanden. In der fünften Generation waren die zurückgebliebenen Schwächlinge schon gestorben und noch keine IV vorhanden. Eine sechste Generation wurde nicht erhalten. Hier zeigt sich also eine von Generation zu Generation fortschreitende Schädigung durch ungünstige Umweltbedingungen, die im Prinzip auch ähnlich in der freien Natur vor sich geht, wo immer nur die physiologisch stärksten Individuen am Leben bleiben. Bei kurzfristig wirkenden Schadeinflüssen ergibt sich in der Nachwirkung genau das gleiche Bild wie der untere Teil der Tabelle 4 zeigt. Hier sind die Eier durch 24stündige Behandlung in 40 ^{0} geschädigt, dann wieder in das Optimum von 27 ^{0} zurückgebracht und aufgezogen worden. Am 23. Tage finden sich in der unbehandelten Kontrolle nur Larven IV und V, in der behandelten Zucht aber sämtliche Larvenstadien, also wiederum eine Verzögerung der Entwicklung und Vergrößerung der Variationsbreite.

Damit ist gezeigt, wie es möglich ist, durch das physiologische Experiment die Erscheinungen des Freilandes im einzelnen zu verstehen und die Erkenntnisse für die Prognose von Massenvermehrungen auszunutzen. Im Rahmen dieses Aufsatzes konnten nur einige Hinweise auf die laufenden Arbeiten meiner Dienststelle mit ihrer Fragestellung und Zielsetzung gegeben werden, die nur zu einem geringen Teil bisher veröffentlicht sind. Vieles über die Beziehungen der Schadinsekten zu den Umweltfaktoren, über die Abhängigkeit ihrer Entwicklung, Fortpflanzung und Sterblichkeit von Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Nahrung, Giften rundet sich schon zu einem geschlossenen Bild, vieles aber wissen wir auch noch nicht. Wir konnten ferner feststellen, daß auch krankheitserregende Organismen, wie Pilze, Polyeder die gleichen naturgesetzlichen Beziehungen zur Umwelt haben, wie die Schadinsekten, aber über den Krankheitsverlauf und die Bedingungen für die Anfälligkeit ist noch so gut wie nichts bekannt. Genauere Untersuchungen über die Konstitutionsänderung von Schadinsekten müssen im Zusammenhang mit Arbeiten über die Krankheitserreger selbst darüber Aufschluß geben. Das Massenwechselproblem der Schadinsekten ist also durchaus keine Aufgabe, die in einer engen Begrenzung für spezielle praktische Zwecke ihre Lösung finden kann, sondern hängt überall mit allgemein biologischen Fragen zusammen. Daß wir auch in dem engeren Arbeitskreis der praktischen Zoologie „Biologen“ geblieben sind, das unserem hochverehrten Geheimrat Korschelt zu seinem 80. Geburtstag zu sagen, ist mir eine Pflicht der Dankbarkeit, denn „Biologisches Denken“ kann man nicht aus Büchern lernen, sondern nur durch das Beispiel und den engen Kontakt des Lehrers mit seinen Schülern.

Beiträge zur Biologie des Kleinen Frostspanners (Cheimatobia brumata L.).

Das Ausschlüpfen der Raupen und der Flug der Falter unter Berücksichtigung innerer und äußerer Faktoren.

Von W. Speyer (Stade).

(Mit 10 Tabellen und 7 Textabbildungen.)

Inhaltsübersicht. Seite

Einleitung.

Kürzlich habe ich über das Vorkommen von Lokalrassen des Kleinen Frostspanners berichtet, die sich durch verschiedene Flugzeiten der Falter unterscheiden (Speyer 1938, S. 50 ff.). Meine langjährigen Untersuchungen und Beobachtungen des Kleinen Frostspanners erstreckten sich aber noch auf zahlreiche andere biologische Fragen. Es ist beabsichtigt, die in 17jähriger Arbeit angesammelten Ergebnisse in einer Reihe von Veröffentlichungen bekanntzugeben[1]). Einige Abschnitte der hier vorliegenden Arbeit hängen noch eng mit dem Rassenproblem zusammen.

I. Die Schlüpfzeit der Raupen.

Wiesmann (1937) hat kürzlich darauf aufmerksam gemacht, daß die Embryonalentwicklung im *brumata*-Ei sofort nach der Eiablage einsetzt. Die alsdann sehr bald beginnende und auch durch künstliche Wärmezufuhr nicht zu beeinflussende winterliche Ruheperiode (Dia-

[1]) Inzwischen konnte ich bereits meine Beobachtungen über die Lebensdauer der Frostspanner-Falter veröffentlichen (Speyer. 1938, S. 155 ff.).

pause) dauert nur etwa einen halben Monat, so daß also bereits wärmere Wintertage (selbst bei + 3 bis 4° C geht die Entwicklung langsam weiter) von Bedeutung für den Reifungsprozeß sind. Unter Umständen soll unter natürlichen Bedingungen schon im Februar ein segmentierter, wurmähnlicher Embryo vorhanden sein, der sich im März zum Räupchen weiterentwickelt. — Für den Zeitpunkt, zu dem die Räupchen tatsächlich aus dem Ei schlüpfen, sind aber neben der Temperatur noch andere Faktoren von Bedeutung.

A. Der Einfluß des Zeitpunktes der Eiablage.

Schon Thiem (1922, S. 59) hat die Vermutung ausgesprochen, „daß auch die im Freien unter gleichen äußeren Bedingungen liegenden Eier um so später ihre Entwicklung vollenden, je später sie abgelegt werden und umgekehrt." — Den experimentellen Beweis für die Richtigkeit von Thiem's Vermutung konnte ich erbringen:

1. Ein am 20. 10. 30 geschlüpftes ♂ und ein am 22. 10. 30 geschlüpftes ♀ wurden vereinigt (Zucht e). Die Eiablage begann am 27. 10. 30.

2. Ein ♂, das am 23. 10. 30 geschlüpft war, und ein ♀ vom 22. 10. bildeten die Zucht h. Die ersten Eier wurden am 26. 10. 30 abgelegt.

3. Ein ♂ und ein ♀, die beide am 1. 11. 30 geschlüpft waren, bildeten die Zucht Q. Die Eiablage begann am 2. 11.

4. Ein ♂ und fünf ♀♀, die sämtlich am 9. 11. 30 geschlüpft waren, wurden als Zucht 23 a vereinigt. Die Eiablage begann am 10. 11. 30.

Alle hier benutzten Falter gehörten zu der gleichen Rasse: die Raupen waren im Frühjahr 1930 in Ruschwedel, Kr. Stade, eingesammelt worden. Die Eier wurden gleichmäßig im Freien überwintert und am 8. 4. 31 in ein ungeheiztes Laboratorium gebracht. In Tabelle 1 ist die Anzahl der in den verschiedenen Zuchten an den einzelnen Tagen geschlüpften Raupen eingetragen worden. Der Zusammenhang zwischen der Schlüpfzeit der Raupen und dem Zeitpunkt der Eiablage ist vollkommen eindeutig.

Es darf nicht vergessen werden, daß die 4 Raupenserien von bestimmten Elternpaaren abstammen, die zu verschiedenen Zeitpunkten aus den Puppen geschlüpft waren. Auch die Eiablage jedes einzelnen Weibchens erstreckt sich über eine Reihe von Tagen (im Höchstfalle 20). Es fragt sich nun, wie die Entwicklung dieser an verschiedenen Tagen abgelegten Eier eines Weibchens (bzw. mehrerer gleichaltriger Weibchen) verläuft. Das frisch geschlüpfte Weibchen trägt in den uterusartig angeschwollenen basalen Teilen der 8 Ovarien, die je 2 Gruppen zu je 4 Ovarien bilden, bis zu 430 (im Durchschnitt etwa 320) reife Eier; außerdem in den Ovarialschläuchen noch bis zu 240 mehr oder weniger unentwickelte Eier. Von letzteren reift in den folgenden Tagen nur noch

Tabelle 1.

Das Ausschlüpfen der Raupen in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der Eiablage. (Nähere Erklärung im Text.)

	e	h	Q	23 a
19. 4. 31	—	8	—	—
20. 4.	2	6	—	-
21. 4.	28	7	—	—
22. 4.	82	1	34	—
23. 4.	22	5	68	1
24. 4.	3	12	14	54
25. 4.	1	6	39	176
26. 4.	—	—	1	169
27. 4.	—	—	1	153
28. 4.	—	—	—	72
29. 4.	—	—	—	6

ein geringer Prozentsatz aus (Abb. 1). Die im jungen Weibchen vorhandenen reifen Eier sind naturgemäß nacheinander in den Ovarien herangereift, also verschieden alt. Es ist nicht ausgeschlossen, daß die ursprüngliche Reihenfolge der Eier in den Uteri verloren geht, daß also



Abb. 1. Geschlechtsorgane eines frisch geschlüpften Weibchens. Jederseits 4 Ovarien, deren basaler Teil von reifen Eiern uterusartig aufgetrieben ist, während die distalen Teile aller 8 Ovarien zusammengeknäult den Uteri aufsitzen.

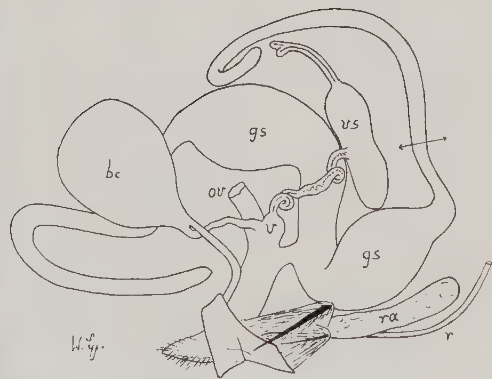


Abb. 2. Weibliche Geschlechtsorgane; Ovarien entfernt. bc = *Bursa copulatrix*; ov = unpaarer Ovidukt; v = *Vestibulum*; gs = Kittdrüsen (distal von ↕ befindet sich der drüsige Teil, basal der Sammelbehälter); vs = *Vesicula seminalis*; r = Rectum; ra = Rectalampulle.

unter Umständen jüngere Eier früher als ältere Eier abgelegt werden. Da aber die Besamung der Eier offenbar erst dann erfolgt, wenn sie beim Durchwandern des unpaaren Ovidukts in der etwas ausgebeulten Einmündungsstelle (Vestibulum) des vom Receptaculum seminis abgehenden Samenganges (Canalis spiralis) kurze Zeit ruhen (vgl. Abb. 2), ist zu erwarten, daß die Embryonalentwicklung bei den zuerst abgelegten Eiern früher beginnt als bei den später abgelegten Eiern. In 2 Versuchsreihen hat sich jedoch gezeigt, daß der erwartete Zusammenhang nicht besteht oder wenigstens nicht in Erscheinung tritt:

1. Ein am 27. 10. 1930 geschlüpftes Weibchen kopulierte am 28. 10 und legte bis zum 7.11. 216 befruchtete Eier ab, die sich folgendermaßen auf die einzelnen Tage verteilten: am 29.10. 54 Stück (a_1), am 30. 10. 32 Stück (a_2), bis zum 1.11. 66 Stück (a_3), bis zum 3.11. 55 Stück (a_4) und bis zum 7.11. 9 Stück (a_5). Das Ausschlüpfen der Räupchen aus den Eiern erfolgte in a_1 vom 18. 4. bis 26. 4. 1931, in a_2 vom 19. bis 27. 4., in a_3 vom 17. bis 26. 4., in a_4 vom 18. bis 26. 4. und in a_5 vom 20. bis 26. 4.

2. Vier am 3. 11. 1930 geschlüpfte Weibchen und zwei am 4. 11. geschlüpfte Männchen wurden zusammengesetzt. Von den vier Weibchen wurden zusammen an befruchteten Eiern abgelegt: vom 4. bis 5. 11. 47 Stück (y_1), vom 5. bis 6. 11. 47 Stück (y_2), vom 6. bis 7. 11. 51 Stück (y_3), vom 7. bis 8. 11. 64 Stück (y_4), vom 8. bis 10. 11. 100 Stück (y_5), vom 10. bis 11. 11. 24 Stück (y_6), vom 11. bis 12. 11. 10 Stück (y_7) und vom 12. bis 14. 11. 10 Stück (y_8). — Die Raupen schlüpften in y_1 vom 21. bis 26. 4. 1931, in y_2 vom 23. bis 27. 4., in y_3 vom 21. bis 27. 4., in y_4 vom 20. bis 27. 4., in y_5 vom 20. bis 28. 4., in y_6 vom 21. bis 26. 4., in y_7 vom 23. bis 28. 4. und in y_8 vom 21. bis 26. 4.

B. Zusammenhänge zwischen den Raupenschlüpfzeiten der Eltern- und Tochtergeneration.

Oben wurde bereits gesagt, daß die Eier eines Weibchens nicht gleichzeitig die Räupchen entlassen, daß sich das Schlüpfen vielmehr über mehrere Tage hinzieht. Bei den von zahlreichen Weibchen derselben Rasse abgelegten Eiern erstreckt sich das Schlüpfen der Raupen begreiflicherweise über einen noch längeren Zeitraum. Es fragt sich nun, ob innerhalb einer Rasse die Nachkommen der frühschlüpfenden Räupchen ebenfalls frühzeitig erscheinen und umgekehrt die Nachkommen der spätschlüpfenden wiederum spät.

In der aus meiner ersten Arbeit (Speyer 1938) schon bekannten Zucht 117 (Herkunftsort: Moor bei Stade-Campe) teilte ich die im Frühjahr 1934 schlüpfenden Räupchen in VII Serien, von denen nachträglich Serie III und VI ausgeschieden wurden. Die Schlüpfzeiten waren: I am 10. und 11. 4. 34; II am 12. 4. 34; IV am 14. 4. 34; V am 15. 4. 34

Tabelle 2.

Zusammenhänge zwischen den Raupenschlüpfzeiten der Eltern- und Tochtergeneration.

Zucht 117.

	I	II	IV	V	VII
26. 3. 35					
27. 3.	3				
28. 3.	5	3	2		
29. 3.	17	1	3	1	
30. 3.	22	11	9	0	
31. 3.	34	32	13	2	
1. 4.	60	48	23	0	
2. 4.	39	74	24	6	
3. 4.	28	57	42	5	
4. 4.	14	65	36	6	
5. 4.	6	84	42	11	4
6. 4.	0	62	28	8	5
7. 4.	1	46	9	22	4
8. 4.		22	2	13	3
9. 4.		12	3	15	4
10. 4.		13	2	12	7
11. 4.		5		13	22
12. 4.		1		5	7
13. 4.		1		2	9
14. 4.		2		4	4
15. 4.				5	3
16. 4.				3	3
17. 4.				1	0
18. 4.				0	0
19. 4.				2	1
20. 4.					
21. 4.					

I = Die Eier stammen von Faltern, die als Raupen am 10.u. 11. 4. 1934 ausgeschlüpft waren

II = „ „ „ „ „ „ „ „ „ 12. 4. 34 ausgeschlüpft waren

IV = „ „ „ „ „ „ „ „ „ 14. 4. 34 ausgeschlüpft waren

V = „ „ „ „ „ „ „ „ „ 15. 4. 34 ausgeschlüpft waren

VII = „ „ „ „ „ „ „ „ „ 17. 4. 34 ausgeschlüpft waren.

Die Eier aller 5 Gruppen wurden am 19. 3. 35 aus dem Freiland in das ungeheizte Labor gebracht.

Tabelle 3.

Die Raupenschlüpfzeiten von 6 Rassen in verschiedenen Jahren.

	88			109			117			40A			67		71	
	1933	1934	1935	1933	1934	1935	1933	1934	1935	1933	1934	1935	1934	1935	1933	1934
19. 3.			×			×			×			×		×		
20. 3.																
21. 3.																
22. 3.																
23. 3.																
24. 3.																
25. 3.																
26. 3.						41						35				
27. 3.						46			3			97				
28. 3.	×			×		65	×		10	×		183			×	
29. 3.						132			22			320				
30. 3.						216			42			277				
31. 3.						190			81			209				
1. 4.				1		310			131			130				
2. 4.				21		320			143			100				
3. 4.		×		69	×	173		×	132	3	×	42	×			×
4. 4.				119		136			121	36		42				
5. 4.				181		116	22		207	66		12				
6. 4.				407		78	33		103	80		3				
7. 4.			3	337		60	52		82	36		2				
8. 4.			2	215	8	18	29		40	8	5	1				
9. 4.	1		2	115	104	17	10		34	4	165					
10. 4.	3		3	30	503	4	9	72	34	1	580					
11. 4.	17	1	2	1	521		24	122	40		325					
12. 4.	8	5	2	1	283		18	135	13		158					
13. 4.	22	17	0		296		44	201	12		54			8		
14. 4.	48	38	1		190		15	183	10		20		5	12		
15. 4.	31	27			45		2	165	8		1		67	26		
16. 4.	18	34			23			107	6				43	28		
17. 4.	13	51			1			44	1				64	39		
18. 4.	6	38						17	0				53	27		3
19. 4.	6	11						4	3				20	27		41
20. 4.	1	2											4	19	2	93
21. 4.	0	1											2	7	2	121
22. 4.	1	1												3	1	111
23. 4.														1	3	99
24. 4.															12	128
25. 4.															13	107
26. 4.															45	99
27. 4.															27	66
28. 4.															49	27
29. 4.															43	11
30. 4.															13	1
1. 5.															12	1
2. 5.															5	
3. 5.															1	
4. 5.																

× = Zeitpunkt, zu dem die Eier aus dem Freien in das ungeheizte Laboratorium gebracht wurden.

und VII am 17. 4. 34. Jede Serie wurde für sich bis zum Schlüpfen der Falter weitergezogen, und ebenfalls die in jeder Serie abgelegten Eier getrennt gehalten. Am 19. 3. 35 wurden sämtliche Eier aus dem Freien in ein ungeheiztes Laboratorium gebracht. In Tabelle 2 ist die Zahl der an den einzelnen Tagen in den verschiedenen Serien geschlüpften Räupchen eingetragen worden. Je früher (später) die Elterntiere als Raupen geschlüpft sind, um so früher (später) liegen auch die Raupenschlüpfzeiten ihrer Nachkommen. Es handelt sich also um eine vererbbare Eigenschaft.

Wenn sich nun schon die einzelnen Individuen einer Rasse in der Schlüpfzeit der Raupen unterscheiden, dann sind noch größere Unterschiede in den Raupenschlüpfzeiten der verschiedenen Rassen zu erwarten.

C. Die Raupenschlüpfzeit als Rasseneigentümlichkeit.

Bei der unter gleichen Bedingungen durchgeführten Zucht der verschiedenen Frostspannerrassen ergab sich in der Tat, daß jede Rasse eine ihr eigentümliche, freilich durch die Temperatur in gewissem Ausmaße beeinflußbare Schlüpfzeit besitzt. In Tabelle 3 sind die Raupenschlüpfzeiten (bzw. die Zahl der an jedem Tage geschlüpften Raupen) von sechs verschiedenen Rassen während der Jahre 1933 bis 1935 eingetragen worden. Die Rassen stammen aus folgenden Gegenden: 88 aus 600 m Höhe bei Croix sur Lutry (bei Lausanne/Schweiz); 109 aus tief liegenden Obstanlagen in Neuenkirchen bei Horneburg (Niederelbe); 117 aus einer Obstanlage im Moor bei Stade-Campe; 40 A aus 900 bis 1000 m Höhe bei Nendaz oberhalb von Sion (Südhang des Rhônetales, Schweiz); 67 aus Experimentalfältet bei Stockholm in Schweden und 71 aus Riensförde (Geest bei Stade). Durch ein Kreuz (×) ist in jedem Jahre der Tag bezeichnet, an dem sämtliche Eier aus dem Freien in das ungeheizte Laboratorium gebracht wurden. Man ersieht aus der Tabelle, daß es Rassen gibt, deren Eier schnell auf Wärmezufuhr reagieren, d. h. deren Räupchen frühzeitig ausschlüpfen (z. B. 109, 117, 40 A) und andere Rassen, deren Eier anscheinend eine größere Wärmesumme zur Beendigung ihrer Entwicklung nötig haben (z. B. 88, 67 und besonders 71)[1]. Die Temperatursummen alleine sind aber für das Ausschlüpfen der Räupchen sicherlich nicht entscheidend, sonst müßten wir innerhalb einer Rasse in den verschiedenen Jahren vom Zeitpunkt x bis zum Schlüpfen die gleiche Temperatursumme finden (Summe der über 0° liegenden Tagesmittelwerte). Dies ist aber nur bei den frühschlüpfenden Rassen der Fall und auch hier nur annähernd: 1) Rasse 109: 1933

[1]) Es ist auffallend, daß bei den Rassen, die als Raupen frühzeitig erscheinen, auch die Falter früh im Herbst schlüpfen und umgekehrt.

56°, 1934 59°, 1935 88°; 2) Rasse 117: 1933 105°, 1934 89°, 1935 101°; 3) Rasse 40 A: 1933 80°, 1934 59°, 1935 88°. Bei den spätschlüpfenden Rassen dagegen herrschen große Unterschiede: Rasse 88: 1933 156°, 1934 101°, 1935 217°; Rasse 67: 1934 135°, 1935 294°; Rasse 71: 1933 313°, 1934 200°. Je später die Schlüpfzeit einer Rasse an sich liegt, um so gleichgültiger scheint der Zeitpunkt zu sein, an dem die vermehrte Wärmezufuhr einsetzt; um so regelmäßiger zum gleichen Datum beginnt demnach das Schlüpfen in allen Jahren. Es darf hier darauf hingewiesen werden, daß durch Freilandbeobachtungen diese Rassenunterschiede niemals zu finden gewesen wären.

II. Beziehungen des Falterfluges zur Tageszeit.

Es muß hier zweierlei unterschieden werden: A. der Verlauf des Fluges und B. der Zeitpunkt des Ausschlüpfens aus der Puppe. Nur der eigentliche Falterflug kann im Freilande beobachtet werden.

A. Verlauf des Falterfluges.

Der bei starkem Auftreten des Frostspanners außerordentlich auffallende Falterflug hat schon oft die Aufmerksamkeit der Entomologen und Obstzüchter auf sich gezogen. Allerdings wurde zumeist nur der Beginn des Fluges am Abend beobachtet, während das Verhalten der Falter im Laufe der Nacht begreiflicherweise auch heute noch nicht im einzelnen bekannt ist. Nach Tullgren (1929, S. 500—501) beginnt das Schwärmen mit der Abenddämmerung, es erleidet eine mehr oder weniger auffallende Unterbrechung nach Mitternacht und setzt sich dann wahrscheinlich bis zum Morgengrauen fort. Ratzeburg (II, 1840, S. 190) sah die Falter von der Abenddämmerung an bis 22 Uhr. Kiebler (1927, S. 21) hat beobachtet, daß die Falter abends von 18 bis 19 Uhr am lebhaftesten sind. Genauer wird der Beginn des Fluges von Miss Ormerod (1898, S. 158) angegeben: die Falter sind nach ihrer Beobachtung sehr lebhaft von Sonnenuntergang an — und schon etwas früher — bis spät in den Abend hinein. Cronstedt (1770, S. 20) berichtet, daß man zwar bei Nacht die meisten Falter sehe, daß aber viele Weibchen auch bei Tage an den Stämmen heraufkriechen[1]). Thiem (1922) sah am 22. 11. 1919 das erste Männchen schon um 16 Uhr flattern, während erst um 17 Uhr zahlreiche Weibchen erschienen. Ganz allgemein setzt nach Thiem's Beobachtungen der Flug „überraschend pünktlich“ mit beginnender Dämmerung ein, die im einzelnen mit

[1]) Es handelt sich nicht um frisch geschlüpfte, sondern um bereits an einem der vorhergehenden Abende begattete Weibchen, die auch am Tage mit der Eiablage beschäftigt sind.

vom Charakter des Tages abhängt. Daß sich die Männchen über Tage verstecken, mit Vorliebe zwischen dem Fallaub am Boden, wußte bereits vor 159 Jahren ein anonymer Beobachter (Anonymus 1779, S. 14): um auch bei Tage festzustellen, ob Frostspanner zahlreich vorhanden seien, soll man bei stillem und trocknem Wetter ein Gewehr zwischen den Bäumen abfeuern; die Falter kämen sofort zum Vorschein.

Nach unseren Beobachtungen begann der Flug der Männchen am 13. 11. 23 im Laboratorium 17^{18} Uhr (Sonnenuntergang 16^{09}), am 15. 11. 23 (Sonnenuntergang 16^{06}) im Freien um 17^{00} Uhr (Naumburg/S.). Die ersten männlichen Falter am 3. 11. 1925 beobachtete ich im lichten Laboratoriumsgarten 16^{54} Uhr (Sonnenuntergang 16^{26}), am folgenden Tage 16^{50} Uhr (Sonnenuntergang 16^{24}). Auch in einem dichten Walde flog das erste Männchen am 5. 11. 25 (Sonnenuntergang 16^{22}) um 16^{50} Uhr vom Boden auf. Demnach steht der Beginn des Fluges offenbar mit dem Zeitpunkt des Sonnenunterganges in Beziehung: er setzt etwa 25 Minuten nach Sonnenuntergang ein. Da aber der Flug an offenen Stellen und in dichten Wäldern am gleichen Tage anscheinend gleichzeitig beginnt, da ferner unter dem Fallaub, wo sich die Männchen tagsüber verbergen, auch bei Tage eine ziemlich starke Dämmerung herrscht, dürften vielleicht für den Flug weniger die für uns sichtbaren Lichtstrahlen als irgendwelche anderen, nach Sonnenuntergang fortfallenden Strahlen verantwortlich sein. Andrerseits muß auffallen, daß sich das Erscheinen der fliegenden Männchen über eine erhebliche Zeit hinziehen kann. Während im Laboratoriumsgarten die ersten Männchen am 4. 11. 25 um 16^{50} Uhr erschienen, verstärkte sich der Zuflug zu den Bäumen weiterhin allmählich immer mehr, und erst 17^{20} Uhr waren offenbar sämtliche vorhandenen Männchen in Tätigkeit. Am folgenden Tage zeigten sich im Walde die ersten fliegenden Falter um 16^{50} Uhr; 17^{07} Uhr hatte der Zuflug noch nicht seinen Höhepunkt erreicht. Die Weibchen pflegen im allgemeinen erst dann munter zu werden, wenn sämtliche Männchen bereits in Tätigkeit sind. Allerdings ist zu beachten, daß die flugunfähigen Weibchen von dem Ort, an dem sie nach dem Ausschlüpfen die Erde verlassen haben, bis zum nächsten Baum langsamer und mit größeren Umwegen hingelangen als die Männchen. Sehr bald, nachdem die Weibchen die Stämme erreicht haben, kann man schon die ersten kopulierenden Paare beobachten. In Ruschwedel (Kr. Stade) sahen wir am 4. 11. 29 (Sonnenuntergang 16^{24} Uhr) das erste Pärchen um 17^{20} Uhr, in Riensförde (Kr. Stade) am 10. 11. 32 (Sonnenuntergang 16^{17}) das erste Pärchen um 17^{15} Uhr, also in beiden Fällen fast genau eine Stunde nach Sonnenuntergang. Die Lebhaftigkeit der Männchen ist in den ersten Abendstunden unregelmäßigen Schwankungen unterworfen. Nachdem die meisten Weibchen ihren Partner gefunden haben, tritt eine deutliche Ruhepause im Flug der Männchen

ein. Der Geschlechtsduft eines einzigen begattungswilligen Weibchens kann aber eine ganze Schar träge herumsitzender Männchen wieder zu lebhaftem Schwärmen veranlassen. Und da auch die an den vorhergehenden Tagen begatteten Weibchen, die mit der Eiablage schon begonnen, sie gelegentlich sogar schon nahezu beendet haben, oftmals durch leichtes Ausstülpen des Geschlechtsapparates den Geschlechtsduft zum Ausströmen bringen und damit zum zweiten oder dritten Male ihre Begattungsbereitschaft anzeigen, wird wohl die Beunruhigung der Männchen fast die ganze Nacht hindurch anhalten. Genaue Beobachtungen in den einzelnen Nachtstunden habe ich jedoch nicht angestellt. Thiem (1922, S. 55) sah die Männchen um Mitternacht noch in den Baumkronen; dagegen saßen sie am 30. Oktober morgens bereits gegen 6 Uhr an ihren Ruheplätzen, die sie anscheinend bei beginnender Morgendämmerung aufgesucht hatten.

B. Die Schlüpfzeit der Falter.

Uffeln (1916, S. 123) sah Männchen mit noch unentwickelten Flügeln und noch nicht entleertem Meconium (s. u.) „nachmittags" auf dem Fallaub und am Fuß der Stämme herumlaufen. Auch Heydemann (1921, S. 63) schreibt, daß die *brumata*-Falter erst in den Nachmittagsstunden aus der Puppe schlüpfen. Dies stimmt mit der Darstellung von Hering (1926, S. 110) überein, nach der ganz allgemein Nachtfalter am späten Nachmittag, Tagfalter dagegen in den frühen Morgenstunden ausschlüpfen. Die Beobachtung von Uffeln (a. a. O.) kann ich bestätigen: am 5. 11. 31 fand ich in Stade um 15 Uhr an einem Lindenstamm ein Männchen mit zwar ausgewachsenen aber noch lappig weichen Flügeln. Genauen Einblick in die Schlüpfgewohnheiten kann man aber nur gewinnen, wenn man zahlreiche Puppen, die aus ihrem Erdkokon befreit sind, unter gleichen Bedingungen im Laboratorium beobachtet. In 4 Jahren (1930 bis 1933) habe ich entsprechende Versuche gemacht, deren Ergebnisse in den folgenden 3 Tabellen (Tabelle 4—6) dargestellt sind (aus technischen Gründen wurden die Versuche von 1930 und 1932 zusammengefaßt). Die Puppen waren in Petrischalen dem diffusen Tageslicht ausgesetzt[1]).

Vereinigt man die Prozentzahlen der 3 Tabellen für Männchen und Weibchen auf je einer (hier nicht abgedruckten) Kurve, so ist deutlich zu erkennen, wie sich das Ausschlüpfen der Falter auf die Tageszeiten verteilt. Die Männchen schlüpfen in den Nachtstunden im allgemeinen ziemlich spärlich, in den Vormittagsstunden — etwa von ½8 Uhr an — nimmt die Zahl der schlüpfenden Falter erheblich zu. Etwa gegen

[1]) Vergleichsweise wurden 1932 auch Puppen dauernd dunkel gehalten. Da aber die Mehrzahl parasitiert war, schlüpften leider nur 1 ♂ und 1 ♀, beide abends.

Tabelle 4.

Verteilung des Ausschlüpfens von 79 ♂♂ und 70 ♀♀ der Jahre 1930 und 1932 auf die Tageszeiten.

Uhrzeit	8—10	10—13	13—15	15—17	17—20	20—8	Summe
♂	18 (22,8%)	20 (25,3%)	13 (16,5%)	6 (7,6%)	14 (17,8%)	8 (10%)	79
♀	0	4 (5,7%)	2 (2,9%)	15 (21,4%)	22 (31,4%)	27 (38,6%)	70

Tabelle 5.

Verteilung des Ausschlüpfens von 64 ♂♂ und 93 ♀♀ des Jahres 1931 auf die Tageszeiten.

Uhrzeit	7—9	9—11	11—13	13—15	15—17	17—19	19—20	20—7	Summe
♂	10 (15,6%)	11 (17,1%)	3 (4,7%)	5 (7,8%)	6 (9,3%)	13 (20,4%)	3 (4,7%)	13 (20,4%)	64
♀	0	3 (3,2%)	4 (4,3%)	7 (7,5%)	9 (9,7%)	36 (38,8%)	7 (7,5%)	27 (29%)	93

Tabelle 6.

Verteilung des Ausschlüpfens von 282 ♂♂ und 267 ♀♀ des Jahres 1933 auf die Tageszeiten.

Uhrzeit	8—9	9—13	13—16	16—19	19—22	22—8	Summe
♂	51 (18,1%)	117 (41,5%)	29 (10,3%)	42 (14,9%)	17 (6%)	26 (9,2%)	282
♀	1 (0,3%)	9 (3,3%)	8 (3%)	92 (34,4%)	109 (41%)	48 (18%)	267

10 Uhr dürfte das Tagesmaximum erreicht sein. Die Zahl fällt dann bis 13 Uhr langsam, dann immer schneller ab, um gegen 15^{30} Uhr den größten Tiefstand zu erreichen. Von 17 Uhr ab schlüpfen aber wieder mehr Männchen. Ob wirklich, wie unsere Zahlen vermuten lassen, ein weiterer Tiefstand zwischen 19 und 20 Uhr einsetzt, dem ein neues, wenn auch nicht sehr starkes Ansteigen nach 20 Uhr folgt, mag zunächst dahingestellt bleiben. Unzweifelhaft liegt das Maximum in den Vormittagsstunden. Das ist auch biologisch einleuchtend, da die Flügel der Männchen bis zum abendlichen Flug nicht nur ausgewachsen, sondern auch vollständig hart sein müssen. Um so auffallender ist es, daß eigentlich keine Stunde vollkommen frei von schlüpfenden Männchen ist. Da vom Schlüpfen bis zum vollständigen Erhärten der Flügel wenigstens drei Stunden erforderlich sind, werden die erst am späten Nachmittag,

gegen Abend oder in der Nacht geschlüpften Falter wohl erst am Abend des nächsten Tages zum Fliegen kommen. Die Verteilung der schlüpfenden Weibchen ist sehr viel klarer. In den ersten Morgen- und wohl auch in den letzten Nachtstunden schlüpfen überhaupt keine Weibchen. Erst gegen 8 Uhr beginnen sie zu schlüpfen; bis 15 Uhr steigt ihre Zahl nur recht langsam an. Dann aber schlüpfen sie plötzlich in großer, bis etwa 19 Uhr weiter ansteigender Menge. Es scheint, daß dann bereits ihre Zahl wieder langsam abnimmt. Bis 21 Uhr erscheinen aber noch ziemlich viele neugeschlüpfte Weibchen. An Leimringen, deren Anflug täglich kontrolliert wurde, fand ich stets erheblich mehr Weibchen festgeklebt, als ich am vorhergehenden Abend vom Beginn der Dämmerung bis gegen 19 Uhr an den betreffenden Stämmen gesehen hatte. In welchen Nachtstunden das Schlüpfen beendet ist, vermag ich nicht zu sagen.

III. Das Gewicht der Falter (und Puppen) in Beziehung zu ihrem Lebensalter.

Da die Falter keine Nahrung und, wie es scheint, auch kein Wasser zu sich nehmen, kann sich ihr Gewicht nur ändern 1. durch Verdunstung, 2. durch den Gasstoffwechsel, 3. durch Abgabe von Kot, 4. durch Spermaabgabe (♂) bzw. Spermaempfang (♀) bei der Kopula, 5. durch die Eiablage. Die durch 2 und 4 hervorgerufenen Änderungen werden praktisch kaum ins Gewicht fallen. Anders steht es mit 1, 3 und 5. Es war zu erwarten, daß regelmäßige Wägungen wichtige Hinweise geben können.

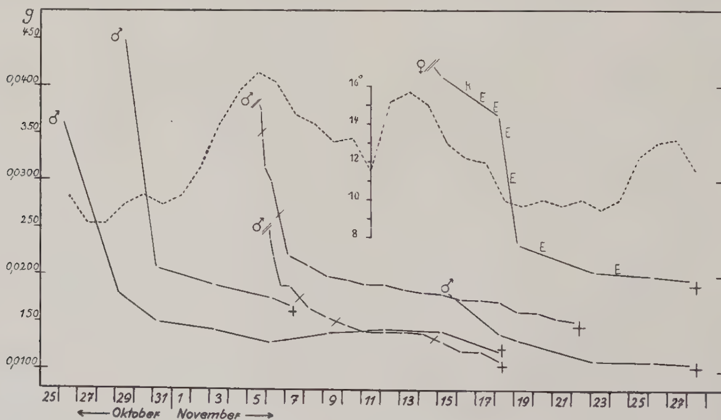


Abb. 3. Gewichtskurven von 5 Männchen und 1 Weibchen (festgestellt 1931). Die Schlüpftage sind durch die Anfänge der Kurven bezeichnet, nicht durch die Geschlechtszeichen (nur das am 15. 11. erstmalig gewogene ♂ ist bereits am 13. 11. geschlüpft). In der punktierten Kurve sind die Tages-Durchschnittstemperaturen dargestellt. — // oder / bedeutet „hat gekotet“. K = Kopula; E = Eiablage; + = Todestag.

Im Jahre 1931 wurde daher das Gewicht von 5 ♂♂ und 1 ♀ vom Schlüpfen bis zum Tode überprüft (vgl. Abb. 3). Das Anfangsgewicht der Männchen schwankt etwa zwischen 0,025 und 0,045 g. Da die Falter sofort beim Verlassen der Puppe einen beträchtlichen Teil ihres Meconiums von sich geben, ist die erste Wägung erst nach dieser oft stürmischen Kotabgabe[1]) möglich. Nur die Falter Nr. 2 und 3 wurden am ersten Lebenstage mehrmals gewogen. Dabei zeigte sich, daß der Gewichtsverlust an diesem ersten Tage ganz besonders stark ist. Da sich das Koten mehrmals am Tage wiederholt, ist ein erheblicher Teil des Verlustes auf die Kotabgabe zu setzen. Der Falter Nr. 2 hat aber erst am 2. Tage wieder gekotet und trotzdem sinkt die Gewichtskurve am ersten Tage fast ebenso steil wie bei Falter Nr. 1. Die Erklärung dürfte in Folgendem zu suchen sein: der frisch geschlüpfte Falter läßt in die zunächst kleinen Flügel (Abb. 4) Blutflüssigkeit einströmen und bringt sie dadurch zur Entfaltung. Der anfangs prall — wie das Abdomen eines Weibchens — erscheinende Leib wird hierdurch ganz schlank. Da aber nach dem Erhärten der Flügel der Leib nicht wieder anschwillt, bleibt das in den Flügeln eingepumpte Blut dort und verliert sehr schnell durch Verdunstung sein Wasser. Dieser Wasserverlust also macht sich beim Wägen so deutlich bemerkbar. Nach dem ersten stürmischen Gewichtsverlust sinkt das Gewicht immer langsamer. Beim Tode wiegen die Männchen 0,0109 bis 0,0158 g. Nur in einem Falle (Falter Nr. 1) beobachteten wir in der zweiten Hälfte des Lebens ein geringes Ansteigen des Gewichtes, das zunächst nicht erklärt werden kann.



Abb. 4. Männchen unmittelbar nach dem Schlüpfen. Flügel klein aber nicht zusammengefaltet, sondern glatt. Abdomen noch fast so dick wie bei einem Weibchen. Etwa 2 mal vergr.

Das Anfangsgewicht frisch geschlüpfter Weibchen steht in eindeutiger Beziehung zur Anzahl der reifen Eier. Dies zeigt die Tabelle 7. Die 5 ♀♀ waren vom 24. bis 28. 11. 1931 geschlüpft; sie wurden jeweils sofort gewogen und anschließend präpariert. Wenn Weibchen Nr. 2 leichter ist als Nr. 3, obwohl man nach der Zahl der Eier das Umgekehrte erwarten sollte, so ist möglicherweise die Rektalampulle von Nr. 2 nur sehr schwach, die Ampulle von Nr. 3 sehr stark gefüllt gewesen.

Ein am 14. 11. 31 geschlüpftes Weibchen (vgl. Abb. 3) kotete sofort mehrmals und wurde dann bis zu seinem Tode wiederholt gewogen. Im Gegensatz zu den Männchen (s. o.) macht sich ein besonders starker

[1]) Bei zahlreichen Präparationen zeigte sich, daß die Männchen ihre Rektalampulle mit der Zeit nahezu vollständig entleeren — sicherlich aus aerostatischen Gründen.

Tabelle 7.

Das Gewicht frisch geschlüpfter *brumata*-Weibchen.

Nr.	Gewicht	Anzahl der Eier
1	0,0221 g	68 reife Eier; oberer Teil der Ovarien degeneriert.
2	0,0312 g	300 „ „ , zahlreiche unreife Eier.
3	0,0348 g	200 „ „ „ „ „
4	0,0470 g	370 „ „ „ „ „
5	0,0561 g	430 „ „ „ „ „

Gewichtsverlust in den zwei ersten Lebenstagen nicht bemerkbar, da die Weibchen nach der ersten Kotabgabe nicht mehr oder nur sehr selten koten, und da bei ihnen die Verdunstung durch die Flügel fortfällt. Der Gewichtsverlust wird aber sofort stärker, sobald nach der am 16. 11. erfolgten Kopula (K) die Eiablage (E) beginnt. Leider scheint das Weibchen — wie sich bei der Eiablage und bei der Sektion herausstellte — an einer Funktionsstörung des Geschlechtsapparates gelitten zu haben[1]). Infolgedessen ist der Verlauf der Gewichtskurve offenbar nicht ganz normal. Im Laufe seines Lebens legte das Weibchen nur 55 befruchtete, dagegen 150 unbefruchtete Eier ab. Bei der Sektion fanden sich noch 87 Eier. Sie verteilten sich folgendermaßen auf die 8 Ovarien: Gruppe I a) 0, b) 2, c) 8, d) 35; Gruppe II a) 0, b) 2, c) 8, d) 32. Das Weibchen hat sich mehrmals begatten lassen, denn in der Bursa copulatrix lagen die Reste von 3 Spermatophoren; das Receptaculum seminis war prall mit Sperma gefüllt. Daß jederseits ein Ovar noch ungefähr sämtliche reifen Eier enthielt, ist eine Folge der Funktionsstörung. Eine dem letzten Bauchganglion seitlich ansitzende, aus Nervengewebe bestehende Geschwulst von der dreifachen Größe des Ganglions war als Ursache der Störung anzusehen. Bei zahlreichen anderen Präparationen zeigte sich, daß die Weibchen ihre Rektalampulle niemals vollständig entleeren.

Als Ergänzung zu meiner ersten *brumata*-Veröffentlichung (a. a. O.), in der über den Verlauf der Puppenentwicklung berichtet wurde, seien hier anhangsweise die Gewichte von je einer männlichen und einer weiblichen Puppe mitgeteilt (Tabelle 8). Während die männliche Puppe bis zum Abschluß ihrer Entwicklung stetig, aber äußerst langsam an Gewicht verliert, erleidet die weibliche Puppe eine wesentlich größere Gewichtsminderung, aber nur bis Mitte Oktober. Dann steigt das Gewicht wieder langsam an bis zum Schlüpfen des Falters. Da die Puppen

[1]) Störungen bei der Eiablage infolge verschiedenartiger Anomalien sind bei *Ch. brumata* recht häufig. — Bedauerlicherweise sind die Gewichtskurven anderer Weibchen nicht festgestellt worden.

in Petrischalen mit täglich schwach angefeuchtetem Fließpapier gehalten wurden, darf man wohl annehmen, daß die Gewichtszunahme durch Aufnahme von Wasser aus der feuchten Luft erfolgte. Da wir aber wiederholt ebenso wie Thiem (a. a. O.) auch vollkommen trocken aufbewahrte Puppen zum Schlüpfen brachten, scheint eine solche Wasseraufnahme für die Beendigung der Puppenentwicklung nicht unbedingt erforderlich zu sein.

Tabelle 8.

Gewichtsveränderungen von Frostspannerpuppen von der Verpuppung bis zum Ausschlüpfen der Falter.

1931	♂	♀	1931	♂	♀
14. 5.	—	0,069 g	13. 10.	0,0410 g	0,0490 g
17. 5.	0,046 g	0,0615	16. 10.	0,0410	0,0499 (?)
23. 5.	0,046	0,0615	19. 10.	0,0409	0,0495
7. 7.	0,0455	0,0590	22. 10.	0,0406	0,0498
7. 8.	0,0442	0,0570	25. 10.	0,0408	0,0498
			26. 10.	Falter	
25. 8.	0,0442	0,0568	28. 10.	—	0,05
17. 9.	0,0430	0,0525	31. 10.	—	0,05
28. 9.	0,0425	0,0501	3. 11.	—	0,0509
1. 10.	0,0422	0,0498	6. 11.	—	0,0509
4. 10.	0,0420	0,0494	9. 11.	—	0,0512
7. 10.	0,0416	0,0491	12. 11.	—	0,0515
10. 10.	0,0412	0,0490	14. 11.	—	Falter

IV. Die Funktion des Kropfes.

Die bei den Lepidopteren als Kropf, Saugmagen, Honigmagen oder Ingluvies bezeichnete Aussackung des Oesophagus ist beim Frostspanner sehr stark entwickelt, obwohl die Falter keinerlei Nahrung zu sich nehmen. Dementsprechend kann der Kropf hier nur Luft enthalten, so daß man von vornherein geneigt ist, der für manche andere Schmetterlingsarten gegebenen Vermutung zu folgen und ihn als aerostatisches

Hilfsorgan anzusehen (vgl. Hering 1926, S. 220). Zahlreiche Präparationen erbrachten die Bestätigung, allerdings nur für die Männchen. Diese geben gleich nach dem Schlüpfen und in den nächsten Tagen viel Kot ab, außerdem wird ein großer Teil des zunächst in der Leibeshöhle vorhandenen Blutes in die Flügel gepreßt (s. o.), so daß das Abdomen an Umfang stark verliert. In dem Maße aber, in dem Blut und Kot aus dem Abdomen verschwinden, schluckt der Falter Luft, die als kleine Bläschen den Oesophagus durchläuft und in den zunächst faltigen und zusammengefallenen Kropf eintritt (Abb. 5). Sehr bald dehnt sich dadurch der Kropf zu einer großen Blase aus, die sich bis in die hintere Hälfte des Abdomens erstreckt. Offenbar erleichtert die große Luftblase den Flug ebenso wie die bei anderen Insekten vorhandenen Tracheenblasen, wie die Luftsäcke und Knochenhohlräume bei Vögeln usw.

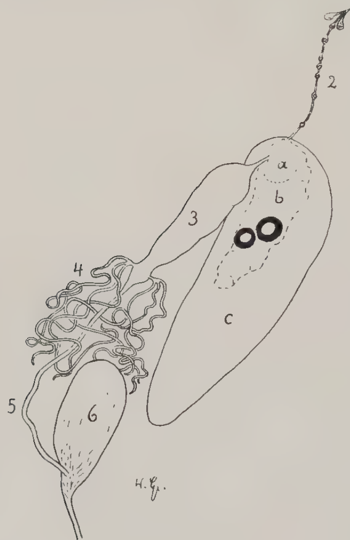


Abb. 5. Darmkanal eines Frostspanners. 1 = Speicheldrüsen; 2 = Oesophagus mit eingeschluckten Luftbläschen; a–c = Kropf in verschiedener Ausdehnung (a von einem jungen Weibchen; b von einem jungen Männchen, mit 2 Luftblasen; c von einem alten Männchen); 3 = Mitteldarm; 4 = Malpighische Gefäße; 5 = Dünndarm; 6 = Kotblase.

Neben dieser Funktion als aerostatisches Hilfsorgan dürfte aber der luftgefüllte Kropf bei den Männchen noch eine andere Aufgabe zu erfüllen haben. Das Abdomen der Männchen ist ja nach der Ausentwicklung der Flügel praktisch leer. Es hätte der Arbeit der abdominalen Muskelgruppen gar keinen inneren Widerstand entgegenzusetzen, würde also vollkommen schlaff und zur Vornahme der Begattung gänzlich ungeeignet sein, wenn der luftgefüllte Kropf nicht das Abdomen in Spannung erhielte.

Bei den Weibchen ist der Kropf zunächst recht klein: die von Eiern prallen Ovarien füllen das Abdomen von hinten bis vorne vollständig aus. Ich habe zahllose Weibchen verschiedenen Lebensalters präpariert: stets steht die Füllung des Kropfes mit Luft im umgekehrten Verhältnis zur Zahl der noch in den Ovarien usw. befindlichen reifen Eier. Nach Beendigung der Eiablage nimmt der luftgefüllte Kropf etwa die ganze vordere Hälfte des Abdomens ein: in einem Fall war der Kropf in natürlicher Lage 3 mm lang und 2 mm breit. Als aerostatisches Hilfsorgan dürfte der Kropf bei dem flugunfähigen Weibchen naturgemäß nicht oder nur höchst selten dienen. Um so wichtiger ist seine

Bedeutung als Spannungsregulator: das im Verlauf der Eiablage immer leerer werdende weibliche Abdomen würde ohne den Ausgleich durch die Kropfblase nicht nur zusammenfallen, sondern auch als schlaffer Sack zur Ausführung koordinierter Bewegungen, wie sie bei der Kopula und Eiablage notwendig sind, nicht mehr befähigt sein. Übrigens kann ein Weibchen, das alle oder nahezu alle Eier abgelegt hat, mit Hilfe der Kropfblase niemals die ursprüngliche Größe wieder vollständig erreichen bzw. behalten.

V. Die Abhängigkeit des Falterfluges von meteorologischen Faktoren.

Innerhalb einer Flugperiode schwärmen die Männchen an einem und demselben Ort nicht an allen Tagen gleichmäßig stark. Dies kann durch die Wirkung der jeweils herrschenden Witterung auf die bereits geschlüpften Falter bedingt sein, es kann aber auch durch besondere meteorologische Faktoren ein gleichzeitiges Massenausschlüpfen von Faltern aus den Puppen verursacht bzw. verhindert werden.

A. Der Einfluß von Temperatur und Wind auf die Falter.

Mit der Temperatur steigt ganz allgemein die Lebhaftigkeit der Falter und besonders die Fluglust der Männchen. Trotzdem sahen wir die Tiere noch in Bewegung, wenn die Erdoberfläche eine Temperatur von — 0,2 ° und die Luft eine Temperatur von + 0,7 ° besaß. Bei einer Lufttemperatur von — 0,6 ° läßt das Schwärmen sehr erheblich nach, hört aber noch keineswegs vollkommen auf. Auch Thiem (a. a. O.) fing bei Lufttemperaturen unter 0 ° nur noch wenige Falter.

Schläft somit auch die Aktivität des Frostspanners schon bei geringer Kälte ein, so sind die Falter doch befähigt, tiefere Temperaturen zu überdauern. Thiem (a. a. O.) stellte fest, daß die Falter zwar unmittelbare Berührung mit Schnee nicht vertragen können, daß ihnen aber eine Abkühlung auf — 11,1 ° nichts schadet; ein an einem Baum sitzendes stark bereiftes Weibchen wurde in der warmen Hand wieder beweglich. — Ich hielt 30 ♂♂ und 30 ♀♀, die am 10. 11. 32 in Kopula gefangen worden waren, vom 11. bis 15. 11. in einem Kälteschrank, dessen Temperatur zu Anfang und Schluß des Versuches bei — 1,5 ° C, dessen Minimum bei — 8,9 ° C lag. Anschließend wurden 15 ♂♂ und 15 ♀♀ dieser Falter noch 2 Tage lang (bis zum 17. 11.) einer ziemlich konstanten Kälte von — 2 ° C ausgesetzt. Nach der Behandlung waren nur 2 ♂♂ und 2 ♀♀ tot. Die 26 Überlebenden wurden paarweise bei gelinder Wärme (etwa + 6 °) gehalten. Ein Vergleich mit den unbehandelten Kontrolltieren (24 ♂♂ und 24 ♀♀) ergab folgendes:

Tabelle 9. (Erklärung im Text.)

	Die ersten Falter starben	Die letzten Falter starben	Durchschnittl. je Weibchen abgelegte Eier	Prozentsatz unbefruchteter Eier
Kältefalter . . .	26. 11.	14. 12.	76	6 %
Kontrollfalter. .	19. 11.	13. 12.	154	3,4 %

Hiernach haben die 7 Tage lang bei mäßiger Kälte in aktivem Zustande gehaltenen Falter keine Verkürzung ihrer Lebensdauer erlitten, sondern im Gegenteil etwas länger gelebt als die Kontrolltiere. Dagegen scheinen die Geschlechtsfunktionen bereits in geringem Umfange geschädigt worden zu sein: bei den Kältefaltern ist die durchschnittliche Eizahl je Weibchen nur halb so groß, der Prozentsatz unbefruchteter Eier doppelt so hoch wie bei den Kontrollfaltern.

Stärkere Kältegrade können die Frostspannerfalter nicht aushalten: von den oben erwähnten Versuchstieren wurden nach der Kältebehandlung (11. bis 15. 11. bei — 1,5 bis — 8,9 °) 15 ♂♂ und 15 ♀♀ am 15. 11. sofort anschließend von 8^{30} Uhr an bis zum 16. 11. vormittags 9^{30} Uhr einer schnell bis — 20 ° C zunehmenden und sehr allmählich bis — 4 ° C abnehmenden Kälte ausgesetzt, danach noch 1 ½ Tage bei — 1 bis — 2 ° C gehalten und schließlich ganz langsam auf Plustemperaturen gebracht. Kein einziger Falter erwachte mehr zum Leben.

Hiernach darf wohl behauptet werden: Kälteeinbrüche während der Flugzeit verhindern oder verzögern nicht nur das Ausschlüpfen weiterer Falter, sondern schädigen auch die bereits vorhandenen Weibchen so sehr, daß nach Aufhören des Frostes die Eiablage nicht mehr völlig normal verläuft (nach mäßigem Frost), bzw. daß die Falter nicht mehr zum Leben erwachen (nach sehr starkem Frost)[1].

Schwacher Regen oder Nebel beeinflußt die schwärmenden Falter nicht im geringsten, heftige Niederschläge stören die ziemlich kraftlosen Männchen natürlich sehr stark. Bei Windstille und nur schwachen Luftströmungen ist — bei entsprechender Temperatur — der Flug am lebhaftesten. Bei starkem Wind halten sich die Männchen mit Vorliebe an der windabgekehrten Seite der Stämme auf und vermeiden es, die Flügel zu benutzen. Besonders bei Ostwind und böigem Wetter ist mir dieses Verhalten aufgefallen.

B. Der Einfluß des Luftdruckes auf die Falter.

Es wurde schon oben darauf hingewiesen, daß der luftgefüllte Kropf der Männchen als aerostatisches Hilfsorgan dient. Bei niedrigem

[1]) Demgegenüber hielten Frostspanner-Eier eine eintägige Abkühlung auf — 21 ° C Mitte Januar ohne jede Schädigung aus.

Tabelle 10.

Anzahl der täglich geschlüpften Falter (mehrere Zuchten zusammengefaßt) in den Jahren 1934 und 1935.

1934	♂	♀	Luftdruck (in mm)	Temperatur (Tagesmittelwerte)	1935	♂	♀	Luftdruck (in mm)	Temperatur (Tagesmittelwerte)
11. 10.	11	5	764	14,7	7. 10.	6	14	759	14,0
12. 10.	17	13	61	15,7	8. 10.	2	13	58	14,2
13. 10.	11	13	63	14,7	9. 10.	2	13	55	14,5
14. 10.	9	7	49	12,5	10. 10.	5	9	46	14,5
15. 10.	6	12	39	11,5	11. 10.	3	2	57	14,7
16. 10.	6	4	52	12,0	12. 10.	6	10	62	13,2
17. 10.	4	14	49	11,7	13. 10.	2	9	68	12,7
18. 10.	6	9	57	12,0	14. 10.	4	8	67	13,5
19. 10.	5	8	57	14,2	15. 10.	4	3	66	15,0
20. 10.	2	18	59	14,2	16. 10.	3	5	64	15,5
21. 10.	2	13	61	15,5	17. 10.	3	7	63	15,2
22. 10.	1	11	58	15,7	18. 10.	8	4	59	14,2
23. 10.	3	6	58	15,2	19. 10.	23	11	41	13,2
24. 10.	—	10	61	14,5	20. 10.	16	9	44	12,2
25. 10.	7	10	60	14,5	21. 10.	22	11	54	10,5
26. 10.	8	22	59	15,5	22. 10.	30	5	59	10,0
27. 10.	4	9	58	14,5	23. 10.	22	14	60	9,5
28. 10.	7	5	56	13,2	24. 10.	30	6	58	9,2
29. 10.	10	12	51	12,5	25. 10.	29	18	55	9,7
30. 10.	7	2	50	12,0	26. 10.	26	23	60	9,7
31. 10.	4	2	47	10,7	27. 10.	24	18	50	10,5
1. 11.	1	4	55	10,0	28. 10.	25	34	48	11,2
2. 11.	5	7	57	9,0	29. 10.	30	51	50	11,5
3. 11.	—	4	64	9,2	30. 10.	28	22	48	12,0
4. 11.	4	7	61	8,2	31. 10.	27	48	49	13,2
5. 11.	3	8	50	9,7	1. 11.	11	34	59	14,7
6. 11.	5	33	43	12,2	2. 11.	20	25	65	14,2
7. 11.	5	7	46	12,7	3. 11.	18	18	64	12,0
8. 11.	8	6	52	12,2	4. 11.	5	10	56	10,2
9. 11.	7	12	52	10,2	5. 11.	4	6	52	8,7
10. 11.	4	13	54	10,5	6. 11.	6	5	53	9,7
11. 11.	6	11	52	10,0	7. 11.	1	8	56	10,2
12. 11.	5	11	46	10,7	8. 11.	9	4	52	11,0
13. 11.	4	5	48	10,5	9. 11.	3	4	53	11,7
14. 11.	11	13	54	9,7	10. 11.	4	5	59	11,5
15. 11.	7	6	57	9,7	11. 11.	4	9	59	11,5
16. 11.	4	5	62	10,7	12. 11.	2	1	56	11,2
17. 11.	5	8	58	11,2	13. 11.	4	6	57	11,5
18. 11.	7	6	63	10,5	14. 11.	1	—	61	11,5
19. 11.	3	2	66	9,7	15. 11.	2	3	60	9,5
20. 11.	3	4	69	9,2	16. 11.	—	—	56	9,7
21. 11.	—	—	71	9,7	17. 11.	—	—	48	9,7
22. 11.	4	6	69	10,5					
23. 11.	—	2	66	11,7					
24. 11.	—	9	72	10,5					
25. 11.	—	3	73	10,5					
26. 11.	—	1	67	11,7					
27. 11.	—	2	70	13,2					
28. 11.	—	1	70	13,5					
29. 11.	—	2	71	12,2					
30. 11.	—	1	73	12,2					
1. 12.	—	1	69	11,5					

Barometerdruck wird sich die Blase noch weiter ausdehnen. Hiermit dürfte das bei niedrigem Luftdruck besonders lebhafte Schwärmen der männlichen Falter zusammenhängen. Allerdings herrscht bei derartigen Druckverhältnissen im Herbst zugleich auch meistens warmes Wetter, das seinerseits den Flug begünstigt. Ob und in wie weit niedriger Luftdruck zu einer rein nervösen Erregung der Falter führt — wie vielfach für die durch geringen Luftdruck begünstigten Wanderflüge von Lepidopteren und Heuschrecken angenommen wird —, kann aus anderen Beobachtungen nicht gefolgert werden. Den von Laien so oft behaupteten und in Wirklichkeit offenbar sehr seltenen ,,Hochzeitsflug“ des Frostspanners habe ich bisher nur einmal und zwar bei besonders tiefem Barometerstande (739 mm) beobachtet (Speyer 1932). Da für die Ausführung eines Hochzeitsfluges wohl nur solche Weibchen in Betracht kommen, die nach Ablegen des größten Teiles ihres Eivorrates zum zweiten Male sich begatten lassen, mag auch der aufgetriebene Kropf solcher Weibchen zur Verringerung des spezifischen Gewichtes des Paares beitragen.

C. Der Einfluß von Temperatur und Luftdruck auf das Ausschlüpfen aus der Puppe.

In meinen Versuchen schlüpften *brumata*-Falter auch bei Temperaturen, die zwischen + 1 und + 3 ° C lagen (Speyer 1938). Trotzdem scheinen höhere Wärmegrade das Ausschlüpfen der Puppen zu begünstigen, deren innere Reifungsprozesse abgeschlossen sind. Dies ist aber nur beim Vergleich von kalt bzw. normal gehaltenen Zuchten zu bemerken. Betrachtet man die Schlüpfkurven der einzelnen Zuchtstämme mit den zugehörigen Temperaturkurven (Abb. 6 und 7 seien als Beispiele gegeben), so ist kein klarer Zusammenhang festzustellen. Die Zahl der täglich schlüpfenden Falter wechselt sehr stark, aber ganz unabhängig von der Temperatur. Auch wenn — zum Ausgleich von Zufälligkeiten — die Zahl der in sämtlichen Zuchten eines Jahres täglich geschlüpften Falter mit den Tagestemperaturen verglichen wird (Tabelle 8), ergibt sich keine wirklich zwingende Beziehung. Ähnlich steht es mit der Wirkung des Luftdruckes auf das Ausschlüpfen der Falter. Zahlreiche Autoren, u. a. Hering (a. a. O.), sind der Ansicht, daß die Lepidopteren im allgemeinen bei fallendem Barometer ausschlüpfen und daß selbst schlüpfreife Falter bei steigendem oder konstant bleibendem Luftdruck die Puppe nicht verlassen. Wir sehen aus Tabelle 10 und Abb. 6 und 7, daß zwar gelegentlich ein Massenschlüpfen von Faltern mit einem barometrischen Minimum zusammenfällt (z. B. am 6. 11. 1934 und am 19. 10. 1935), daß die Falter aber ebenso gut auch bei hohem bzw. ansteigendem Luftdruck aus der Puppe schlüpfen können, gelegentlich sogar recht zahlreich. Es mag sein, daß die starken

individuellen Unterschiede in der Beendigung der inneren Reifungsprozesse die geringe Wirkung der Luftdruckschwankungen überlagern und — von Einzelfällen abgesehen — überdecken. Bei einer noch bedeutend größeren Zahl von Versuchstieren beliebiger Herkunft oder in

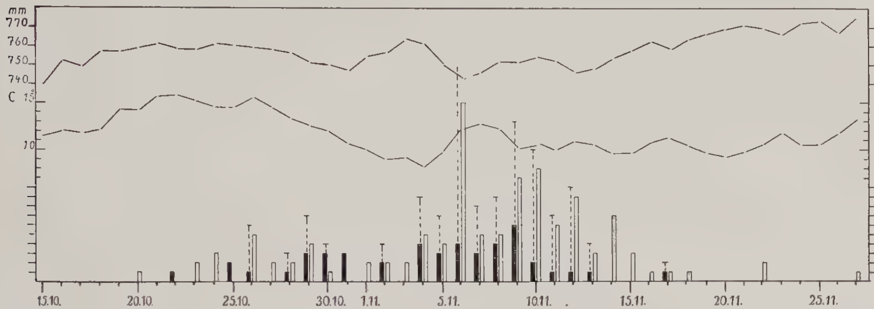


Abb. 6. Schlüpfverlauf der Zucht 117 (Moor bei Campe) im Jahre 1934. Die täglichen Barometerstände und mittleren Lufttemperaturen des Zuchtraumes sind als Kurven dargestellt. Die Höhe der schwarzen Säulen entspricht der Anzahl der jeweils geschlüpften Männchen, die Höhe der weißen Säulen derjenigen der Weibchen. Durch gestrichelte Linien sind die männlichen Säulen um die Anzahl der Weibchen erhöht worden.

Versuchen mit genetisch einheitlichen Faltern, die experimentell erzeugten sehr hohen bzw. sehr tiefen Drucken ausgesetzt werden, kann die Frage vielleicht einer Klärung zugeführt werden.

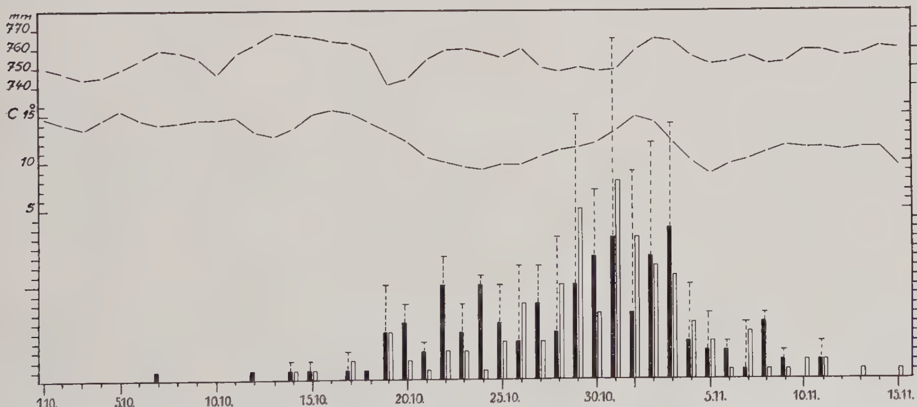


Abb. 7. Schlüpfverlauf der Zucht 117 im Jahre 1935 (Erklärung s. Abb. 6).

VI. Zusammenfassung.

1. Das Schlüpfdatum der Raupen steht in deutlicher Beziehung zum Zeitpunkt der Eiablage, wenn es sich um die Nachkommen verschiedener Elternpaare handelt.

2. Aus den von einem Weibchen im Laufe einiger Tage abgelegten Eiern schlüpfen die Raupen nicht in der Reihenfolge der Eiablage.

3. Innerhalb einer Rasse behalten die Nachkommen der früh (spät) aus den Eiern schlüpfenden Räupchen diese Schlüpfgewohnheiten bei; es handelt sich also um eine erbliche Eigenschaft.

4. In jeder Rasse ist den Räupchen eine ganz bestimmte Schlüpfzeit erbeigentümlich. Es gibt also Rassen, deren Eier nach Zufuhr von Wärme sehr schnell, und andere, deren Eier bei der gleichen und zum gleichen Zeitpunkt einsetzenden Wärmezufuhr sehr viel langsamer ihre Embryonalentwicklung beenden.

5. Der Falterflug beginnt etwa 25 Minuten nach Sonnenuntergang, gleichgültig ob es sich um trübe oder helle Tage handelt, ob im dunklen Walde oder in lichten Baumbeständen. Erst eine halbe Stunde später sind sämtliche vorhandenen Männchen in Tätigkeit; dann werden auch die Weibchen häufiger.

6. Das Ausschlüpfen der Männchen und Weibchen aus der Puppe erfolgt zu verschiedenen Tageszeiten: das Maximum der schlüpfenden Männchen liegt etwa um 10 Uhr, das Minimum um 15^{30} Uhr. Die Weibchen verlassen die Puppe niemals in den ersten Tages- und in den letzten Nachtstunden. Von 8—15 Uhr steigt die Zahl der schlüpfenden Weibchen langsam, bis 19 Uhr sehr stark an, dann nimmt sie wieder langsam ab.

7. Das Gewicht der Männchen schwankt zwischen 0,045 (gleich nach dem Ausschlüpfen) und 0,0109 g (beim Tode). Der größte Gewichtsverlust erfolgt am ersten Lebenstage infolge starker Kotabgabe und Verdunstung.

Das Gewicht der Weibchen hängt von der Zahl der vorhandenen reifen Eier ab. Das Anfangsgewicht kann bis zu 0,0561 g betragen. Ein stärkerer Gewichtsverlust setzt erst bei Beginn der Eiablage ein.

Das Gewicht der Puppen sinkt von der Verpuppung an nur äußerst langsam. Vor dem Ausschlüpfen der Falter kann die weibliche Puppe sogar wieder etwas schwerer werden.

8. Der Kropf wird durch Schluckbewegungen stark mit Luft gefüllt und dient dann durch Verringerung des spezifischen Gewichtes als aerostatisches Hilfsorgan. Außerdem kann die Spannung und Form des leeren Abdomens nur mit Hilfe der Kropfblase aufrecht erhalten werden.

9. Die Falter sind bei höheren Temperaturen aktiver als bei kälteren. Aber noch bei + 0,7° C sind die Männchen recht beweglich. Unter 0° läßt die Aktivität schnell nach. Frosttemperaturen von — 8,9° schädigen die Falter selber nicht, führen aber bei den Weibchen zu einer Störung ihrer Geschlechtsfunktionen. Einer Temperatur von —20° C fallen die Falter zum Opfer.

10. Schwacher Regen stört die Falter nicht. Windstille oder nur schwache Luftströmungen begünstigen das Schwärmen, starker böiger Wind hindert die Falter am Flug.

11. Durch niedrigen Luftdruck dehnt sich die Kropfblase aus. Damit verringert sich das spezifische Gewicht der Falter; ihre Lebhaftigkeit und die Fluglust der Männchen steigt.

12. Deutliche Einflüsse von Temperatur und Luftdruck auf das Ausschlüpfen der Falter aus der Puppe ließen sich nicht nachweisen.

VII. Schriftenverzeichnis.

Anonymus: Abhandlung von der Wickel-Raupe nebst einigen Vorschlägen zu derselben Vertilgung. Berlin und Leipzig 1779.

Cronstedt, C. J.: Bericht vom Fangen der Frostschmetterlinge. — Kgl. Schwed. Akademie d. Wiss., Abhandlungen aus der Naturlehre, Haushaltungskunst und Mechanic auf das Jahr 1769. 32. Band (? 1770). Aus dem Schwedischen übersetzt von A. G. Kästner. Leipzig 1774.

Hering, M.: Biologie der Schmetterlinge. Berlin 1926.

Heydemann, F.: Zur Biologie des Frostspanners (*Cheimatobia brumata*). — Deutsche Obstbauzeitung, **67**, 62—64, Eisenach 1921.

Kiebler: Beobachtungen über das Auftreten des Frostspanners im Herbst 1926. (Kt. Schaffhausen.) — Schweizer. Zeitschr. Obst- u. Weinbau, **36**, 21—24, Wädenswil 1927.

Ormerod, E. A.: Handbook of Insects injurious to Orchard and Bush Fruits with Means of Prevention and Remedy. London 1898.

Ratzeburg, J. Th. Ch.: Die Forst-Insecten. Zweiter Theil. Die Falter. Berlin 1840.

Speyer, W.: Hat *Cheimatobia brumata* L. einen Hochzeitsflug? — Anz. Schädlingskunde, **8**, 37—38, Berlin 1932.

— — Über das Vorkommen von Lokalrassen des Kleinen Frostspanners (*Cheimatobia brumata* L.). — Arb. physiolog. u. angew. Entomologie Berlin-Dahlem, **5**, 50—76, Berlin-Dahlem 1938.

— — Die Lebensdauer der Frostspanner-Falter (*Cheimatobia brumata* L.) unter dem Einfluß von Begattung und Eiablage. — Arb. physiolog. u. angew. Entomologie Berlin-Dahlem, **5**. 155—165, Berlin-Dahlem 1938.

Thiem, H.: Die Frostspannerplage im Niederungsgebiet der Weichsel bei Marienwerder Wstpr. und Beiträge zur Biologie des kleinen Frostspanners. — Arb. Biolog. Reichsanst. Land- u. Forstwirtsch., **11**, 1—94, Berlin 1923.

Tullgren, A.: Kulturväxterna och Djurvärlden. Stockholm 1929.

Uffeln, K.: Beobachtungen über die Eiablage von *Cheimatobia brumata* L. und anderer Herbstspanner. (Zugleich eine Erwiderung.) — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., **12**, 121—124, 169—175, Berlin 1916.

Wiesmann, R.: Die Eier der wichtigsten Obstbaumschädlinge und die Stadien ihrer Entwicklung während der Überwinterung. — Schweizer. Zeitschr. Obst- u. Weinbau, **46**, 505 ff., Wädenswil 1937.

Cryptomyzus korschelti n. sp., die Blasenlaus der Alpenjohannisbeere.

Von Carl Börner.

Zweigstelle der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Naumburg a. d. Saale.

Mit 6 Abbildungen.

An kultivierten und wilden Johannisbeeren (*Ribes rubrum*) sieht man sehr häufig beulige, rot oder gelb verfärbte Blasen an den Blättern. Diese Gallen sind schon Linné bekannt gewesen und werden nach ihm durch seine Blattlaus „*Aphis ribis*" erzeugt (1). Heute ist Linnés Art Typus der Gattung *Cryptomyzus* Oestl. (2) im Sinne meiner Diagnosen von 1930 (3) und 1933 (4).

Die Gattung *Cryptomyzus* ist durch sehr lang begeißelte, den Körper überragende Fühler, lange dünne Beine, hoch abstehende geknöpfte Rückenborsten der sommerlichen Jungfern und der Larven, sitzende (bei der Fundatrix zweiteilige) Mittelbrustgabel der erwachsenen Ungeflügelten und vor allem durch einen Filterkammerdarm vom Typ des Lachnidendarmes (5) ausgezeichnet. Durch das letzte Merkmal erweist sich *Cryptomyzus* mit der Gattung *Capitophorus* v. d. G. nahe verwandt. Während aber bei *Cryptomyzus* wenigstens die sommerlichen (virginogenen) Ungeflügelten Nebenrhinarien am 3. Fühlergliede besitzen, fehlen solche bei den Ungeflügelten der *Capitophorus*-Arten immer. Ferner weicht letztere Gattung durch den Besitz von 4 im Viereck stehenden Spinalborsten des 1. Brustringes von *Cryptomyzus* ab, deren Arten nur 2 Spinalborsten auf diesem Ring haben; die Junglarven haben bei *Capitophorus* Pleuralborsten vom 2. Brust- bis 5., bei *Cryptomyzus* nur bis zum 4. Hinterleibsring (Abb. 1). Die dritte Gattung dieses Verwandtschaftskreises ist *Myzella* CB., die von mir ursprünglich (3) als Untergattung zu *Cryptomyzus* aufgefaßt wurde, nunmehr aber wegen Übereinstimmung mit

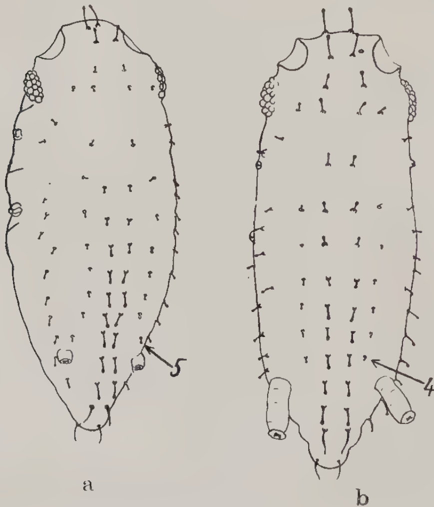


Abb. 1. Rückenbeborstung von Junglarven: a) *Myzella lamii* v. d. G., b) *Cryptomyzus korschelti* CB. Die Pfeile weisen auf das 5. bzw. 4. Pleuralborstenpaar hin. Vergr. 42.

Capitophorus in der Zahl der Pleuralborsten und wegen fast ständigem Vorhandensein der Nebenrhinarien (sie fehlen nur der Fundatrix) als selbständige Gattung abgetrennt werden soll.

Die eingangs erwähnten Blasengallen trifft man außer auf der roten sehr häufig auch auf der Alpenjohannisbeere (*Ribes alpinum*) an, seltener sieht man sie auf der schwarzen Johannisbeere (*R. nigrum*), auf der Stachelbeere (*R. grossularia*) und auf der Goldbeere (*R. aureum*). Rote und Alpenjohannisbeere werden Ende April durch die aus dem Winterei schlüpfende Fundatrix besiedelt, die anderen Beerenarten dagegen erst später und meist nur in der Nachbarschaft vergallter Sträucher der beiden erstgenannten Johannisbeerarten.

Die frühzeitig von Blasenläusen befallenen Beerensträucher sind bis in den Juli hinein und bisweilen noch später mit Läusen besetzt. Die ersten Gallen erscheinen in der Regel auf den Blättern 6—12 der Jahrestriebe (auf der Alpenjohannisbeere bisweilen schon auf Blatt 5), also bedeutend später, als die Sträucher ergrünen. Die befallenen Triebe sind spitzenwärts bis zu den Blättern 20—30 vergallt, die größten Gallen findet man in der unteren Hälfte des befallenen Triebteiles. Die Gallen werden also nicht nur von der Fundatrix, sondern auch von deren Tochtergenerationen gebildet, indem die Jungläuse bei Übervölkerung der Kolonien triebaufwärts wandern. Honigtau und Rußtau sind neben der Gallenbildung schädliche Folgen des Befalles, da die Ameisen diese Blattläuse nicht besuchen und ihren Zuckerkot nicht entfernen. Meist schon ab Mitte Juli findet man auf den Beerensträuchern keine Blasenläuse oder nur noch spärliche Reste ungeflügelter Zwergtiere vor. Die von Ende Mai bis Juli in großer Zahl entstehenden Geflügelten verlassen ihre Wirtspflanze. Erst gegen Ende September und im Oktober, bei milder Witterung sogar bis in den November hinein, werden die Beerensträucher von neuem durch Blasenläuse besiedelt, die alsdann mit der Ablage der befruchteten Wintereier den Jahreslauf der Generationen abschließen.

Diese schon längere Zeit bekannten Tatsachen gaben zuerst van der Goot (6) Anlaß, die Blasenlaus der roten Johannisbeere den wirtswechselnden Blattlausarten zuzuzählen. V. d. Goot sprach damals die Vermutung aus, daß die von ihm neu aufgestellte Art „*Myzus lamii*" bzw. die 1843 von Kaltenbach (7) beschriebene Hanfnessellaus „*Aphis galeopsidis*" die Sommerlaus der Johannisbeerlaus darstellen könne. Von einer endgültigen Vereinigung der Hanfnessel- mit der Johannisbeerlaus nahm er jedoch Abstand, da seine Versuche von 1911, die geflügelten Tiere aus den Blasengallen der roten Johannisbeere auf den roten Bienensaug (*Lamium purpureum*) zu übertragen, ergebnislos verlaufen waren. Im Sommer 1915 wiederholte ich den Versuch v. d. Goots, tauschte aber den roten Bienensaug mit der gemeinen Hanfnessel

(*Galeopsis tetrahit*) aus (8). Die Übertragung gelang, die aus Blasengallen der roten Johannisbeere entnommenen Fliegen setzten in Probierröhrchen auf der Hanfnessel Junge ab, die sich rasch entwickelten und auch zur Fortpflanzung schritten. Damals zeigte sich, daß die morphologischen Unterschiede, welche zwischen der echten Hanfnessellaus und der Laus der roten Johannisbeere bestehen, sich nicht verwischten: die erwachsenen Sommerläuse der Johannisbeerlaus behielten ihre langen schlanken, das Schwänzchen meist erreichenden Siphonen, während die Siphonen der Hanfnessellaus erheblich kürzer und etwas keulig geschwollen sind. Ein Jahr später haben Gillette und Bragg (9) die Laus der roten Johannisbeere mit sichtlich gutem Erfolg auf Arten von Ziest und Bienensaug (*Stachys* und *Lamium*) übertragen und auch die Rückwanderung der herbstlichen Geflügelten (Weibchenmütter und Männchen) zur Johannisbeere festgestellt. 1919 hat dann Miß Haviland (10) eine umfangreiche Studie über die Johannisbeerlaus veröffentlicht, aber im Anschluß an van der Goot und entgegen meinen Feststellungen von 1915/16 (8) beide Blattlausarten vereinigt, ein Irrtum, dem bald darauf auch Theobald (11) in seiner großen Monographie der britischen Blattläuse anheimgefallen ist. Ich selbst habe 1920 (12) nach Beobachtungen des Sommers 1919 die oben mitgeteilten Unterschiede zwischen den Sommerläusen der Hanfnessellaus und der Johannisbeerlaus in der Gestalt und Länge der Siphonen durch eine Abbildung ergänzt und in Bestätigung der Angaben von Gillette und Bragg (9) den Waldziest (*Stachys silvatica*) als die bevorzugte Sommerpflanze der Johannisbeerlaus angegeben. Ich hielt indessen damals noch daran fest, daß diese Laus neben der echten Hanfnessellaus auch selbst im Freien auf der Hanfnessel vorkommt. Diese Annahme, die auf meine ersten erfolgreichen Übertragungsversuche vom Jahre 1915, die ich 1919 mit dem gleichen Ergebnis wiederholt hatte, zurückgeht, habe ich erst in der Neuauflage des Handbuches der Pflanzenkrankheiten von Sorauer-Reh (13) berichtigt, nachdem ich mich davon überzeugt hatte, daß im Freien an der Hanfnessel immer nur *Myzella galeopsidis*, an Arten der Gattungen Bienensaug und Ziest dagegen meist *Cryptomyzus ribis* und eine neue Art dieser Gattung, daneben außerdem v. d. Goots *Myzus lamii* anzutreffen sind.

Die Berechtigung der ersten Vermutung van der Goots von einem Wirtswechsel der Hanfnessellaus zur Johannisbeere hatte ich bereits im Sommer 1917 erkannt (8). Ich hatte die Fundatrizen und Fundatrigenien der echten Hanfnessellaus damals in sehr großer Zahl an der roten Johannisbeere aufgefunden und durch Übertragungsversuche ihre Identität mit dieser Laus nachgewiesen. Auffälligerweise zeigten die Johannisbeersträucher keinerlei Gallenbildungen, die Läuse saßen frei auf der Unterseite der Blätter und an den Blattstielen. Jm

Frühjahr 1920 fand ich Fundatrizen und Fundatrigenien von *Myzella galeopsidis* auf der Insel Poel an der schwarzen Johannisbeere in ganz lockeren Blattnestern mit schwach blasig gerunzelten Blättern. Ich hatte damals den Eindruck, daß an der Bildung dieser Blattnester eine andere Blattlaus nicht beteiligt gewesen sei, habe aber später ein solches Auftreten der Hanfnessellaus an Johannisbeere nicht wieder gesehen. Ich möchte es daher heute nicht für ausgeschlossen halten, daß die Blattnester der schwarzen Johannisbeere auf Poel nicht von der Hanfnessellaus, sondern von schwachen, zur Zeit meiner Beobachtungen bereits abgewanderten Kolonien der Kolbenlaus der schwarzen Johannisbeere (*Hyperomyzus lactucae*) erzeugt worden waren. Ich habe später oft Gelegenheit gehabt, die Frühjahrsgeneration der Hanfnessellaus auf der roten und schwarzen, manchmal auch auf der Alpenjohannisbeere zu beobachten und meine früheren Übertragungsversuche zu wiederholen; die damaligen Ergebnisse blieben bestätigt.

Eine neue Unsicherheit in der Trennung von *Myzella galeopsidis* und *Cryptomyzus ribis* machte sich jedoch geltend, als ich in den Jahren 1931 und 1932 versuchte, die Blasenlaus der Alpenjohannisbeere, die ich noch kurz vorher als echte *Cryptomyzus ribis* angesehen hatte (13), auf den Ziest zu übertragen. Im Probierröhrchen ließen sich die Geflügelten zwar herbei, an dieser Pflanze und auch an Bienensaugarten zu saugen, die Übertragung mißlang aber an getopften Pflanzen dieser Gattungen. Bei näherer Untersuchung der Laus der Alpenjohannisbeere stellte ich dann wichtige Unterschiede in der Morphologie und Färbung der beiden Blasenläuse der roten und der Alpenjohannisbeere fest. Während die Nymphen und frisch geschlüpften Geflügelten von *Cryptomyzus ribis* blaß-grünlich bis grün-gelb und hell-ocker gefärbt sind, nehmen diese Stadien der Blasenlaus der Alpenjohannisbeere eine intensiv rote Färbung an. Ferner unterscheiden sich beide Arten durch die Gestalt der Siphonen: diese sind bei *C. ribis* walzlich, bisweilen leicht gekrümmt, bei der neuen Art sind sie deutlich keulenförmig und erinnern dadurch an die Siphonen der Hanfnessellaus, in der Länge entsprechen sie aber den Siphonen von *C. ribis*. Der auffälligste Unterschied beider *Cryptomyzus*-Arten besteht aber in der Beborstung der Fundatrizen. Während diese bei *C. ribis* mit ebenso langen Rückenborsten ausgestattet sind wie die Larven und Nymphen und erwachsenen Ungeflügelten der übrigen Generationen, sind die Rückenborsten der Fundatrizen der neuen *Cryptomyzus*-Art unscheinbar und mit der Lupe kaum wahrnehmbar (vgl. Abb. 2). Es konnte danach nicht mehr zweifelhaft sein, daß die Blasenlaus der Alpenjohannisbeere eine selbständige Art darstellt. Von ihrer Beschreibung nahm ich bisher Abstand, weil sie im Rahmen meiner Bearbeitung der Blattläuse in der Tierwelt Mitteleuropas gegeben werden sollte. Nachdem es mir

aber vor kurzem gelungen ist, auch den Wirtswechsel der neuen Art aufzuklären, widme ich sie meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geheimrat Prof. Dr. Eugen Korschelt-Marburg, aus Anlaß seines 80. Geburtstages, mit dem Namen **Cryptomyzus korschelti** n. sp.

Im Probierröhrchen nahmen die roten Wanderfliegen von *C. korschelti* Ende Juni ds. Js. sofort Blätter und Triebspitzen des stengelumfassenden Bienensaugs (*Lamium amplexicaule*) an und setzten alsbald auch Junge ab. An getopften Pflanzen dieser Art saugten sie sich

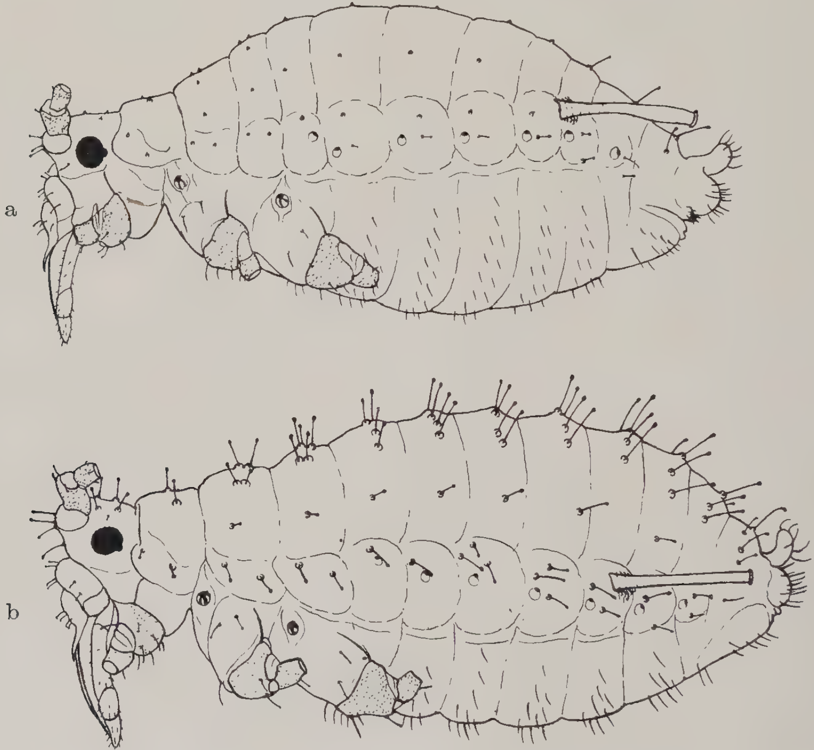


Abb. 2. Fundatrizen in Seitenansicht, Fühler- und Beinenden abgetrennt. a) *Cryptomyzus korschelti* CB., b) *Cryptomyzus ribis* L. Vergr. 46.

bereitwillig fest, ohne daß sie durch eine Schutzhülle daran festgehalten zu werden brauchten. Inzwischen (Ende Juli) sind bereits 2 Generationen am Bienensaug zur Entwicklung gekommen, in der ersten Generation gab es nur ungeflügelte, in der zweiten neben diesen auch geflügelte Tiere.

Indessen ist dieser Bienensaug nicht die einzige Sommerpflanze von *C. korschelti*. Im Juli dieses Jahres habe ich die Virginogenien der neuen Art an manchen Orten um Naumburg auch auf dem Waldziest angetroffen und den gleichen Fund nach Ausweis meiner Sammlung bereits

im Juli 1931 in einem Walde bei Lesum-Bremen gemacht. Die Übereinstimmung von *C. korschelti* mit *C. ribis* erstreckt sich danach auch auf einen Teil der Wirtspflanzen der Sommerläuse, die bei beiden Arten feuchte schattige Orte zu bevorzugen scheinen. *C. ribis* habe ich gelegentlich auch auf dem echten Herzgespann (*Leonurus cardiaca*) angetroffen.



Abb. 3. Fühlerglieder 1—5 von *Myzella galeopsidis* Kalt. a) ungeflügelte erwachsene Fundatrigenia von *Ribes rubrum*. b) ungeflügelte erwachsene Virginogenia von Hanfnessel. Vergr. 63.



Abb. 4. Fühlerglieder 1—5 von *Cryptomyzus korschelti* CB. a) von *Ribes alpinum*, b) von *Lamium amplexicaule*. Vergr. 63.



Abb. 5. Fühlerglieder 1—5 von *Cryptomyzus ribis* L. a) erwachsene Fundatrix von *Ribes rubrum*, b) erwachsene ungeflügelte Virginogenia von *Stachys silvatica*. Vergr. 63.

Die Sommerläuse der neuen Art sind weißlich gefärbt, ihre Fühler, Beine und Siphonen sind glasig, die Nymphen bekommen einen Stich ins gelbliche, die rote Farbe der Wanderfliegen hat sich verloren. Die erwachsenen Ungeflügelten sind auf dem Rücken zart blaß-grün gefleckt.

die seitlichen Flecke sind größer als die dazwischenliegenden Flecken der Rückenmitte, welche nicht zusammenfließen. Die Gestalt der Ungeflügelten ist hochgewölbt birn-eiförmig. Die sommerlichen Ungeflügelten von *C. ribis* sind blaß-grün gefärbt, ihr Rücken ist ebenfalls grün gefleckt, die Flecken sind aber deutlicher, die mittleren bilden oft eine zusammenhängende Fläche. Die sommerlichen Geflügelten beider Arten haben, wie die Wanderfliegen, einen großen dunklen Fleck auf dem Hinterleib zwischen und vor den Siphonen und dunkle Flecken an den Körperseiten; Kopf, Vorder- und Mittelbrust, sowie Fühler und Beine sind braun, Siphonen und Schwänzchen ziemlich von Körperfarbe; in der Zahl der Nebenrhinarien an den Fühlergliedern 3—5 bestehen keine Unterschiede. *C. ribis* erreicht als Ungeflügelte eine Körperlänge von etwa 2 ¼ mm, *C. korschelti* eine solche von 2 mm. Die Unterschiede beider Arten in der Gestalt der Siphonen wurden weiter oben bereits erwähnt, sie sind in allen Stadien deutlich ausgeprägt.

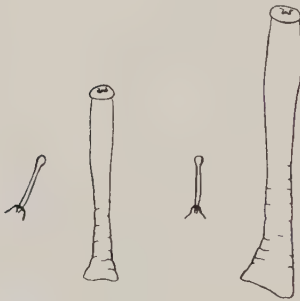


Abb. 6. Sipho und Spinalborste des 5. Hinterleibsringes: a) von *Myzella lamii* v. d G., b) von *Myzella galeopsidis* Kalt. Vergr. 106.

Die *Myzella*-Arten weichen von den *Cryptomyzus*-Arten durch eine schlankere Körpergestalt, insbesondere der Ungeflügelten, deutlich ab. Das sicherste Unterscheidungsmerkmal beider Gattungen liegt in der Beborstung der Fühler und Beine. Diese sind nämlich bei *Myzella*, wie aus Abbildung 3 bis 5 ersichtlich, mit mehreren derben geknöpften Borsten, insbesondere an den Fühlergliedern 3 und 4 und an der Rückenkante der Schienen, versehen, während die entsprechenden Borsten bei den *Cryptomyzus*-Arten kurz und zierlich und daher mit der Lupe nicht wahrzunehmen sind. *M. galeopsidis* (7) ist die typische Sommerlaus der Hanfnessel, *M. lamii* (6) diejenige der großen Bienensaugarten (*Lamium maculatum*, *purpureum* und *album*). Erstere erreicht eine Körperlänge von etwa 2 ½, letztere eine solche von 1 ¾ mm. Beide Arten unterscheiden sich im übrigen sehr deutlich durch die Länge ihrer Siphonen im Vergleich zu den Rückenborsten desselben Körperringes: bei *M. galeopsidis* sind die Siphonen 4—5 mal oder noch länger als die genannten Rückenborsten, bei *M. lamii* dagegen nur etwa 3 mal länger (Abb. 6). Über den Wirtswechsel von *M. lamii* fehlen noch entsprechende Untersuchungen. Es darf angenommen werden, daß auch diese Art auf *Ribes*-Arten überwintert und hier ihre Frühjahrsgenerationen zur Entwicklung bringt. Bisher ist mir aber unter meinem *Myzella*-Material von Ribes *M. lamii* noch nicht zu Gesicht gekommen.

Ergänzend sei hinzugefügt, daß ich Vertreter anderer Gattungen der Ziestverwandtschaft, wie *Melittis*, *Brunella*, *Marrubium*, bisher weder von *Crytomyzus*- noch von *Myzella*-Arten besiedelt gefunden habe. Als Ausnahmefall habe ich einmal *M. galeopsidis* in der Nachbarschaft von Hanfnessel in mehreren Kolonien auf *Veronica tournefortii* angetroffen (bei Neßmersiel östlich Norddeich).

Der deutsche Name von *Cryptomyzus korschelti* soll darauf hinweisen, daß diese Art auf der Alpenjohannisbeere als Hauptwirt lebt. Auf der roten Johannisbeere bin ich ihr noch nicht begegnet; sie tritt aber gelegentlich auf die schwarze Johannisbeere über, wenn solche in der Nähe vergallter Sträucher der Alpenjohannisbeere stehen. Umgekehrt trifft man *C. ribis* zusammen mit *C. korschelti* bisweilen auf der letztgenannten Beerenart an, vielleicht sind aber diese Funde nicht anders zu bewerten, wie das gelegentliche Vorkommen von *C. ribis* an Stachel- und Goldbeere.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß die mitteleuropäischen Arten der Gattungen *Crytomyzus* und *Myzella* typisch wirtswechselnde Bewohner von *Ribes*-Sträuchern und Lippenblütlern der Ziestverwandtschaft sind. Das gleiche dürfte sich für die noch wenig erforschten nordamerikanischen Arten dieser Gattungen herausstellen. Die Arten der Gattung *Capitophorus* wirtswechseln jedoch zwischen Ölweidengewächsen (*Elaeagnaceen*) und Arten von Knöterich, Disteln und Huflattich (auch Pestwurz und Alant) oder leben ohne Wirtswechsel auf Disteln. Die in anderen Systemen noch als *Capitophorus* geführten Arten meiner Gattung *Pentatrichopus* (abweichend durch Besitz eines normalen Magendarmes und wichtige chätologische Merkmale) sind ausschließlich Bewohner von Rosengewächsen.

Naumburg a. d. Saale, Ende Juli 1938.

Schrifttum.

1. Linné, Systema naturae, 10. Ausgabe, 1758, S. 451; Fauna suecica, 2. Ausgabe, 1761, Nr. 975.
2. Oestlund, A synoptical key to the Aphididae of Minnesota. — 19. Report State Entomologist of Minnesota, 1922.
3. Börner, Beiträge zu einem neuen System der Blattläuse. — Arch. f. klassifikat. u. phylogen. Entomologie, I, 1930.
4. — Kleine Mitteilungen über Blattläuse. Selbstverlag. Naumburg, 24. 5. 33.
5. — Neuer Beitrag zur Systematik und Stammesgeschichte der Blattläuse. — Abh. Nat. Ver. Bremen, **30**, 1938.
6. van der Goot, Über einige noch nicht oder nur unvollständig beschriebene Blattlaus-Arten. — Tijdschrift v. Entomologie, LV, 1912.
   — Beiträge zur Kenntnis der Holländischen Blattläuse. Eine morphologisch-systematische Studie. Haarlem-Berlin, 1915.
7. Kaltenbach, Monographie der Familien der Pflanzenläuse (Phytophthires). Aachen, 1843.

8. Börner & Blunck, Beiträge zur Kenntnis der wandernden Blattläuse Deutschlands. — Mitt. K. Biolog. Anst. f. L. u. F., Heft 16, 1916, S. 39/40.
9. Gillette & Bragg, The migratory habits of *Myzus ribis* (Linn.). — Journ. Econ. Entomol., **10**, Nr. 3, 1917.
10. Haviland, On the Life-History and Bionomics of *Myzus ribis*, Linn. (Red-Currant Aphis). — Proc. Royal Soc. Edinburgh, **39**, 1919.
11. Theobald, The Plant Lice or Aphididae of Great Britan. Vol. 1. Kent and London, 1926.
12. Börner, Wanderungen der Johannisbeer- und Kirschenblattläuse. — Mitt. a. d. Biolog. Reichsanstalt f. L. u. F., Heft 18, 1920.
13. Börner & Schilder, *Aphidoidea*, Blattläuse. In: Sorauers Handbuch der Pflanzenkrankheiten. 5. Band, 2. Teil, Berlin, 1931.

Der Nachweis der Blutlausunanfälligkeit der Apfelsorten auf histologischer Grundlage.

(Aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Zweigstelle Naumburg/Saale.)

Von Fritz Bramstedt.

Mit 8 Abbildungen.

Der Nachweis der Blutlausunanfälligkeit der Apfelsorten und -neuzüchtungen war bislang recht schwierig, da ein Infektionsverfahren, das gesicherte und gleichbleibende Ergebnisse auch bei Wiederholungen verbürgte, nicht vorhanden war. Desgleichen fehlte der Nachweis einer Immunreaktion blutlausbesogener Apfelsämlinge im Gegensatz zur Rebe, deren Immunreaktionen der Blätter und Wurzeln durch Börner bereits im Jahre 1910 entdeckt und von ihm zur Grundlage der Auslese reblausfester Sorten und Neuzüchtungen gemacht worden sind (Börner 1911—1933, Börner und Rasmuson 1914, Börner und Schilder 1934).

Das Ausleseverfahren auf Grund der Spontanbesiedlung mit Blutläusen erwies sich als völlig unzureichend und wurde durch die künstliche Infektion, bei der blutlausbefallene Zweigstückchen mit Nadeln oder Bast an dem zu prüfenden Sämling frei oder unter Umhüllung mit Nessel- oder Pergaminbeutelchen befestigt werden, ersetzt. Die Bewertung erfolgte nach dem Entwicklungsgrad der Blutlauskolonien, wobei 5 Gruppen (4—0) unterschieden wurden; 4 bedeutet keine Dauerbesiedlung, 0 sehr starke Koloniebildung, 1—3 bezeichnen die Zwischenstufen, wobei 3 als praktisch blutlausfest angesehen wird. Eine optimale Vermehrung der Blutlaus, die ein warmes, gleichmäßiges Kleinklima bevorzugt, ließ sich bei der bisher geübten Aufschulung der Sämlinge von 80 cm Zeilen- und 50 cm Stockabstand nicht erreichen,

sondern blieb weitgehend von den jeweils herrschenden Umwelteinflüssen abhängig, so daß der Befallsgrad der Sämlinge von Jahr zu Jahr schwankte. Besonders schwierig gestaltete sich die Beurteilung der Zwischenstufen, da selbst unanfällige Sämlinge vorübergehend schwachen Befall mit Blutläusen zeigen können. Andererseits können anfällige Sämlinge in klimatisch ungünstigen Jahren durch fehlenden oder nur zeitweilig vorhandenen schwachen Befall Unanfälligkeit vortäuschen. Eine mehrjährige Wiederholung der Prüfung auf Blutlaus wurde deshalb unerläßlich, was die ohnehin langwierige und schwierige Züchtungsarbeit sehr belastete (vgl. auch Jancke 1937).

Der Leiter der Zweigstelle Naumburg, Herr Oberregierungsrat Dr. Börner, beauftragte mich daher bald nach meinem Übertritt an die Biologische Reichsanstalt mit der Durchführung neuer, von ihm angeregter und fortschreitend beratener Untersuchungen zur Verbesserung des Infektionsverfahrens von Apfelpflanzen mit Blutlaus und zur Histologie der von der Blutlaus besogenen Pflanzengewebe. Börners Erwartung, daß auf letzterem Wege neue Einblicke in die Abwehrreaktionen der blutlausfesten Apfelsorten gewonnen werden dürften, wurde in vollem Umfange bestätigt, und ich berichte in folgendem über die hierbei bisher erzielten Ergebnisse. Die Untersuchungen wurden dankenswerter Weise seitens der Deutschen Forschungsgemeinschaft durch Bereitstellung von Mitteln unterstützt. Über das neue, im Zuchtversuch wie im Freiland anwendbare zuverlässige Infektionsverfahren machen wir beide Mitteilung in dem z. Zt. im Druck befindlichen Jahresbericht der Biologischen Reichsanstalt für 1937 und im Sonderheft des „Forschungsdienstes" für den internationalen Gartenbaukongreß 1938.

Bezüglich der Verwendung der Begriffe „Immunität" und „Resistenz" folge ich der Terminologie Börners (1937). Immunität liegt nach ihm „bei tatsächlicher Unanfälligkeit vor, wobei der Parasit völlig unentwickelt bleibt. Eingeschlossen ist ferner der Fall, wenn der Parasit in seiner Entwicklung so stark gehemmt ist, daß er nicht zur Fortpflanzung kommt". Resistenz ist gegeben, „wenn die Pflanze dem entwicklungs- und fortpflanzungsfähigen Parasiten widersteht". Diese von Börner vornehmlich an der Reblaus entwickelte Anschauung (1933) kann ohne weiteres auf Blutlaus übertragen werden. Auf die grundsätzlich abweichende, mit dem allgemeinen Sprachgebrauch nicht übereinstimmende Terminologie von Roemer, Fuchs und Isenbeck (1938) sei der Vollständigkeit halber hingewiesen. Zum Begriff „Reizfeld" und zur Theorie der Abwehrreaktionen verweise ich auf Börners einschlägige Mitteilungen in Seeliger: Der neue Weinbau, Berlin 1933.

Die an ein- und zweijährigen Sämlingen ausgeführten histologischen Untersuchungen haben gezeigt, daß die Blutlaus nicht nur bei anfälligen, gallenbildenden, sondern auch bei unanfälligen Sorten und Sämlingen

an dem von ihr besogenen Gewebe charakteristische Änderungen hervorruft, die in jedem Falle eine eindeutige Entscheidung über ihren blutlauslichen Wert ermöglichen.

Die Infektionsstelle der zu prüfenden Pflanzen wurde mit einem 5 cm langen, beiderseitig durch einen Wattebausch verschlossenen Glasröhrchen umgeben, um die Läuse zu zwingen, an bestimmten Stellen der Triebe zu saugen. Nach 4—6 Wochen wurden die besogenen Teile konserviert und in 15 μ dicke Schnittserien zerlegt. Als Fixierungsmittel hat sich die Lang'sche Lösung (Sublimat-Eisessig-Gemisch : auf 100 ccm gesättigte, wässrige Sublimatlösung je nach dem Härtegrad des Objektes 5—10 ccm Eisessig) vorzüglich bewährt. Die Einbettung erfolgt zweckmäßigerweise über Methylbenzoat in Paraffin, um ein Hart- und Sprödewerden zu vermeiden, wobei nach dem Verfahren von Reichardt und Wetzel (1928) gearbeitet wurde. Zur Darstellung von Nekroseherden wird mit Vorteil wässrige Safraninlösung, zur Darstellung der verschiedenen Gewebe Zellolignin AH der Firma Dr. K. Hollborn & Söhne verwandt. Letztere liefert außerordentlich gute, kontrastreiche Bilder.

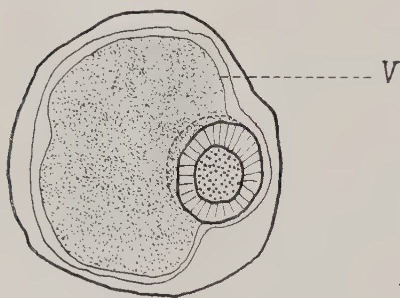


Abb. 1. Querschnitt durch eine Blutlausgalle an einem 5 Monate alten Sämling von Wintergoldparmäne. 16 mal vergr.

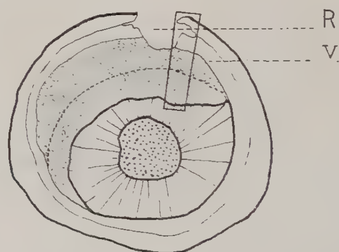


Abb. 2. Querschnitt durch eine aufgeplatzte Blutlausgalle an einem zweijährigen Sämling von *M. communis* f. Niedzwetzkyana. Der rechteckig abgegrenzte Ausschnitt zeigt den in Abb. 3 wiedergegebenen Teil. 16 mal vergr.

Anfällige Sorten bilden ein Gallengewebe, das sich vorwiegend aus unvollständig differenzierten Holz- und Siebelementen zusammensetzt (Abb. 3 Hg und S). Das Reizfeld ist im Gegensatz zu dem immuner und resistenter Sorten unscharf begrenzt und geht allmählich in das normale Gewebe über (Abb. 1 und 2). Die Holzelemente zeigen die bekannte Form und Anordnung der Tracheiden (Abb. 3 Tr, Td), bleiben hingegen dünnwandig und zeichnen sich durch das Fehlen der charakteristischen Holzfärbung aus. Zahlreiche dieser Zellen zeigen im Schnitt noch Kern und Plasma. Auffallend sind die auch bei anderen Pflanzengallen beobachteten Riesenzellen (Abb. 3 Rz), doch konnte Mehrkernigkeit, wie sie Zweigelt (1916) an *Fraxinus*- und *Prunus*-

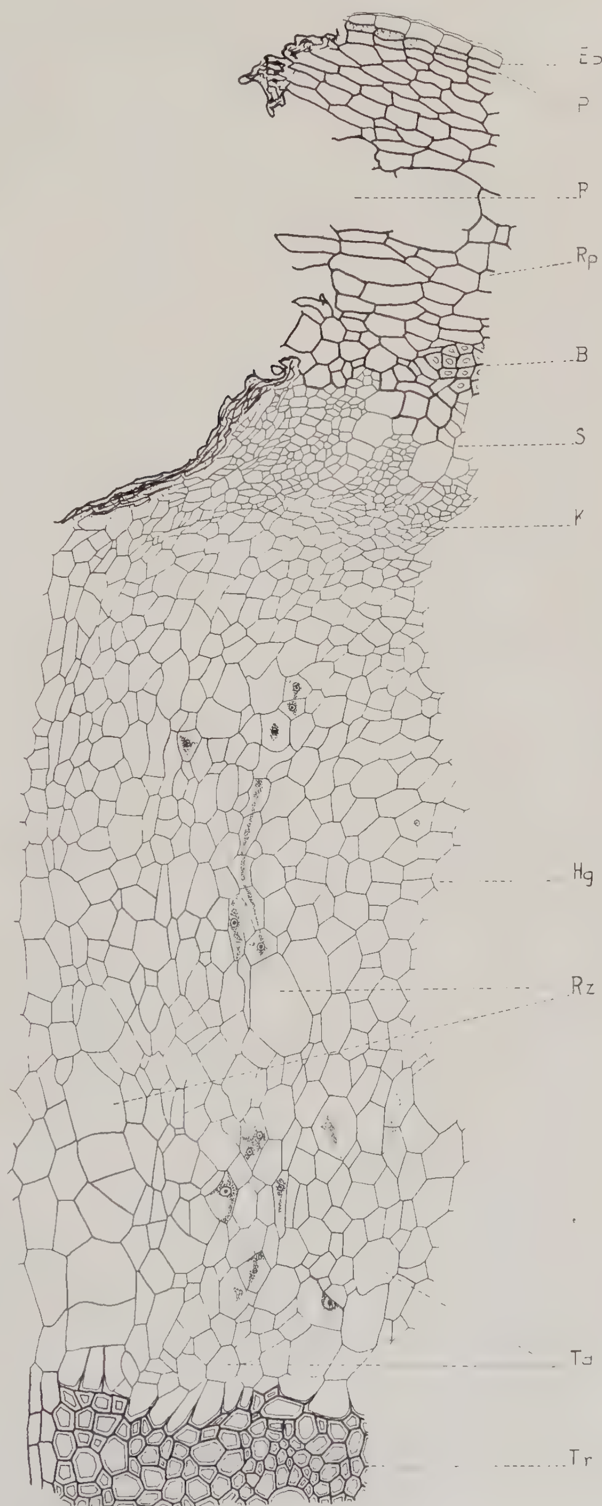


Abb. 3. Querschnitt durch die Blutlausgalle (s. Abb. 2); 340 mal vergr.

Erklärungen der Abkürzungen und Zeichen.

B = Hartbastfasern
E = Einbuchtung des Kambiums
Ep = Epidermis
Hg = vergallter Holzteil
hg = hypoplastisches Gallengewebe
Hn = normaler Holzteil
K = Kambium
Ma = Markstrahl
Ne = Nekroseherde
Neh = Nekroseherde zwischen vergalltem und normalem Holzteil
Ox = Oxalatkristalle
P = Periderm
ph G = phellogenähnliches Gewebe
R = Risse im Gallengewebe
Rp = Rindenparenchym
Rz = Riesenzellen
Rzf = Reizfeld
S = Siebteil
St = Stichkanal
Td = unvollständig differenzierte Tracheiden
Tr = normale Tracheiden
V = Vorwölbung des Kambiums
= Gallengewebe
= Mark
= normales Holzgewebe
- - - = normale Lage des Kambiums.

Gallen beobachtete, nicht festgestellt werden. Meine Beobachtungen stimmen mit den Untersuchungen von Prillieux (1877—78) überein, der bereits damals auf die Riesenzellen der Blutlausgallen hingewiesen hat. Das Kambium (Abb. 1 und 2) erfährt in der Regel eine Vorwölbung in Richtung der Epidermis (Abb. 1 V), da durch die Einwirkung des Läusespeichels vor allem vergalltes Xylem gebildet wird. Dem dadurch entstehenden Druck ist die Epidermis auf die Dauer nicht gewachsen, was schließlich, ähnlich dem Vorgang der Borkenbildung, zum Platzen der äußeren Rindenschichten führt. Die Rindenparenchymzellen werden dabei oft seitlich gedehnt. Die so entstehenden Risse (Abb. 3 R) erleichtern auch anderen Schädlingen, insbesondere den *Nectria*-Pilzen, das Eindringen ins Holz. Ist die Herbstholzbildung bereits abgeschlossen, so kann das in Ruhe befindliche Kambium erneut angeregt werden und bildet dann eine Schicht äußerlich meist nicht sichtbaren Gallengewebes, das aber im mikroskopischen Bilde sofort kenntlich ist.

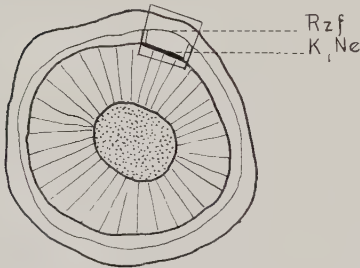


Abb. 4. Querschnitt durch das Reizfeld eines zweijährigen immunen Sämlings von *M. communis* f. Gelber Metzer Paradies. Der rechteckig abgegrenzte Ausschnitt zeigt den in Abb. 5 vergrößert wiedergegebenen Teil. 16 mal vergr.

Völlig anders verhalten sich die immunen Sorten. Der stets nur vorübergehende schwache Befall mit Blutläusen hinterläßt im Gewebe sichtbare Veränderungen. Das Reizfeld ist scharf abgegrenzt. Dies tritt besonders bei Safraninfärbung mit anschließender starker Differenzierung in Salzsäure-Alkohol (0,2 ccm Salzsäure auf 50 ccm Alkohol) deutlich hervor (Abb. 5 und 4 Rzf). Das Kambium, dessen Lage keine Veränderung erfährt (Abb. 4 K), wird gegen den Holzteil vorwiegend in dem Teil nekrotisch, der normalerweise den Holzteil zu bilden pflegt. Auch die vom Speichel berührten Zellen der Markstrahlen (Abb. 5 Ma) verändern sich nekrotisch. Der Siebteil (Abb. 5 S) zeigt eine schwache Veränderung seines färberischen Verhaltens unter leichter Störung der normalen Zellagerung. Ein phellogenartiges Gewebe (Abb. 5 ph G) grenzt das Reizfeld gegen den unbesogenen Siebteil ab. In einigen Fällen zeigen auch die vom Stichkanal (Abb. 5 St) berührten Zellen des Rindenparenchyms nekrotische Veränderungen.

Eine Mittelstellung nehmen die resistenten Sorten ein. Hier werden sowohl gallenähnliche Gewebe (Abb. 7 hg) als auch Nekroseherde gebildet (Abb. 7 Ne). Die Zellen des Gallengewebes bleiben im Gegensatz zu denen anfälliger Sorten klein (hypoplastisch), Riesenzellen konnten niemals festgestellt werden. Nekroseherde (Abb. 7 Ne), die

sich im Rindenparenchym (Rp) in der Umgebung und am Ende des Stichkanals (St) und im Siebteil (S) bilden, können den Speichel nicht völlig vom Holzteil abschließen (Abb. 7 Hg). Weitere kleinere Herde liegen an der Grenze zwischen dem normalen und dem vergallten Holzteil (Abb. 7 Neh). Das Kambium, das eine Einbuchtung in der Richtung des Markes (Abb. 7 und Abb. 6 E) erfährt, sowie die anliegenden Zellschichten zeigen in manchen Fällen Veränderungen, die dem Bild der

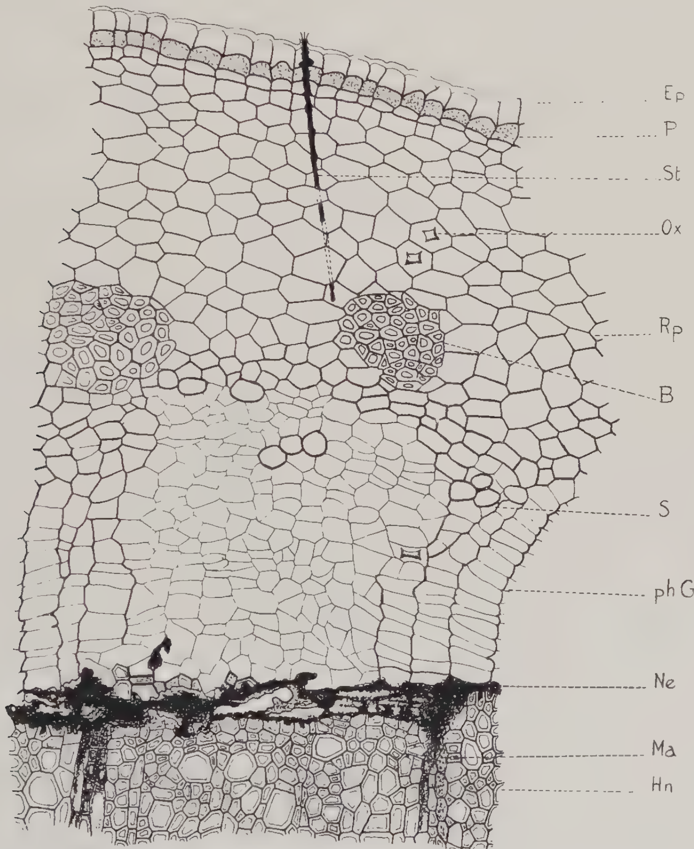


Abb. 5. Querschnitt durch das Reizfeld (siehe Abb. 4), 340 mal vergr.

Obliteration ähnlich sind. In den bisher von mir untersuchten Fällen resistenter Sorten fand ich diese Einbuchtung stets (Abb. 6 E); sie scheint also ein typisches Merkmal der Resistenzreaktion zu sein. Diese „innere“ Galle (Abb. 6 i G) tritt nach außen hin nicht als Schwellung in Erscheinung und täuscht dadurch das Bild der Immunität vor.

Es ist deshalb für die Züchtung blutlausimmuner Apfelsorten von größter Bedeutung, daß es mit Hilfe der beschriebenen Reaktionen möglich ist, resistente und immune Sorten eindeutig und in kürzester

Zeit voneinander zu trennen. Ein Beispiel möge dies erläutern. Der Sämling V 412 zeigte während der Monate Juni, Juli, August, September, November und Dezember 1936, sowie im Monat März 1937 folgende Befallsstufen mit Blutläusen: x, 0, 0, x, x, x, 0 (x = spurweiser Befall, keine Koloniebildung, 0 = fehlender Befall). Der Sämling V 413 erhielt die gleiche Bewertung. Die histologische Untersuchung ergab aber für ersteren Immunität, für letzteren Resistenz. Berücksichtigt man ferner, daß ungünstige klimatische Bedingungen den Befall stark

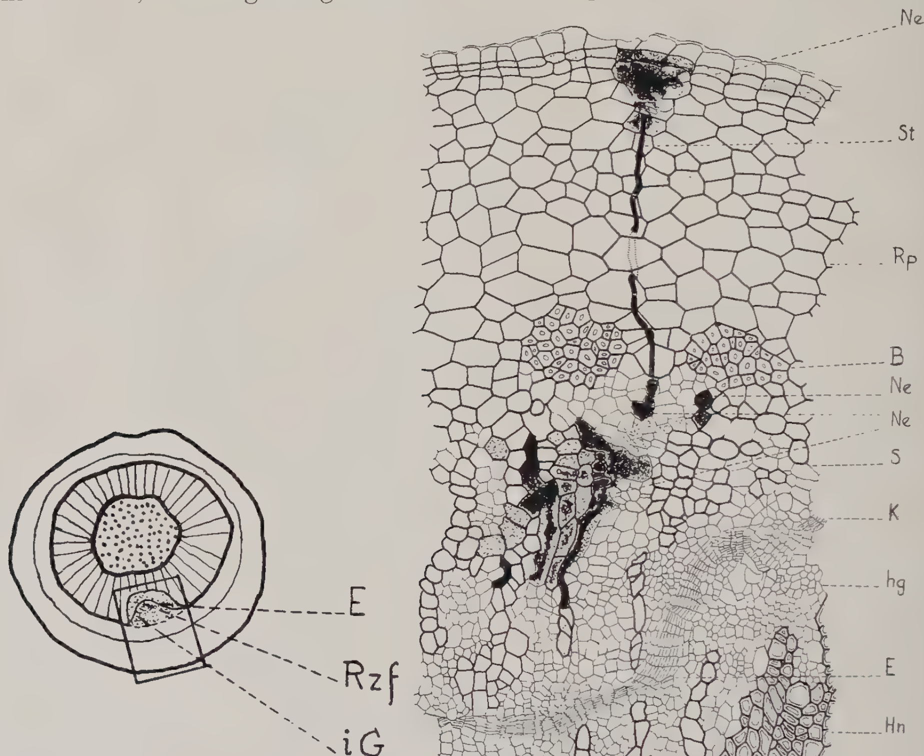


Abb. 6. Querschnitt durch das Reizfeld eines zweijährigen resistenten Sämlings von *M. communis* f. Gelber Metzer Paradies. Der rechteckig abgegrenzte Ausschnitt zeigt den in Abb. 7 vergrößert wiedergegebenen Teil. 16 mal vergr.

Abb. 7. Querschnitt durch das Reizfeld (siehe Abb. 6). 340 mal vergr.

vermindern, ja ganz ausschließen können, so wird es verständlich, daß eine Entscheidung hinsichtlich Immunität oder Resistenz auf Grund des äußeren Befallsbildes nahezu unmöglich ist.

Ein weiterer Vorteil der histologischen Bewertung ist neben der sicheren Unterscheidungsmöglichkeit darin zu sehen, daß die beschriebenen Reaktionen bereits 4—6 Wochen nach der Infektion sicher er-

kannt werden können. Auch dies gilt nicht nur für bereits verholzte Pflanzen, sondern auch für ganz junge Apfelsämlinge, die aus Kernen unmittelbar nach der Ernte mit Hilfe des von Veh'schen Verfahrens im Gewächshaus vorgetrieben werden. Beiläufig sei erwähnt, daß der Anwachsverlust nicht größer ist als bei der üblichen Anzucht im Frühjahr. Die erste Infektion mit Blattläusen kann bereits nach beendetem Vortreiben, also in etwa 16 Wochen nach dem Keimen, vorgenommen und in weiteren 6—8 Wochen können die ersten Ergebnisse festgestellt werden. Man kann also in züchterisch besonders wichtigen Fällen unter Benutzung des Vortreibverfahrens nach von Veh über Winter schon vor Beginn der Apfelblüte und der dann beginnenden neuen Kreuzungsarbeiten eine Entscheidung über den blutlauslichen Wert von Apfel-

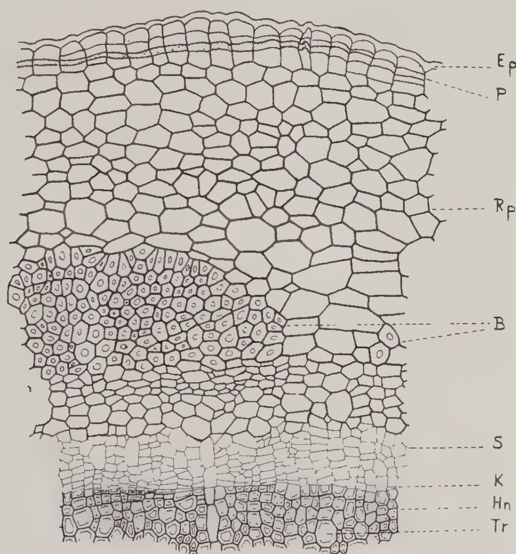


Abb. 8. Querschnitt durch die Achse eines unbesogenen einjährigen Sämlings. 340 mal vergr.

sämlingen herbeiführen. Im allgemeinen wird man sich jedoch des eingangs erwähnten neuen Massenausleseverfahrens bedienen, welches gestattet, die im zeitigen Frühjahr zur Keimung gebrachten Apfelsämlinge bis zum Herbst desselben Jahres auf Widerstandsfähigkeit gegen Blutlaus auszulesen und diejenigen Sämlinge, welche äußerlich sichtbare Gallenbildungen nicht erkennen lassen, der histologischen Untersuchung zuzuführen. Damit sind zugleich die Voraussetzungen gegeben, die Auslese der blutlausfesten Sämlinge auch in Baumschulbetrieben durchzuführen und durch Ausmerzung aller anfälligen Sämlinge die der Bekämpfung dieses Schädlings fast ganz unzugänglichen Dauerherde an Hochstammunterlagen mit der Zeit zu beseitigen.

Schrifttum.

Börner, C., 1911. Untersuchungen über Phylloxeriden. — Mitt. K. Biol. Anstalt f. Land- u. Forstwirtschaft, **11**, 38 ff.

Börner, C. und Rasmuson, H., 1914. Untersuchungen über die Anfälligkeit der Reben gegen Reblaus. — Mitt. d. Biol. Anstalt f. Land- und Forstwirtschaft, **15**, 25 ff.

Börner, C., 1930. Züchtung reblausfester Reben. — D. Deutsche Weinbau, **9**, 523 ff.

— — 1930. Stichwort „Reblaus" im Weinbaulexikon. Parey, Berlin.

— — 1932. Pfropfrebenbau und Reblausbekämpfung. — Weinbau u. Kellerwirtsch., **11**, 148, 2. Forts.

— — 1933. Reblaus. In Seeliger, „Der neue Weinbau", Abschn. III A 1 a. Berlin.

Börner, C. und Schilder, F. A., 1934. Beiträge zur Züchtung reblaus- und mehltaufester Reben. — Mitt. d. BRA., Heft 49.

Börner, C., 1937. Beitrag zum Kapitel „*Dactylosphaera* (*Phylloxera*) *vitifolii* (Shim.) Fitch. in Roemer, Fuchs und Isenbeck: Die Züchtung resistenter Rassen der Kulturpflanzen. Parey, Berlin, 399—405.

Jancke, O., 1937. Über die Blutlausanfälligkeit von Apfelsorten, wilden *Malus*-Arten und -Bastarden, sowie die Züchtung blutlausfester Edeläpfel und Unterlagen. — Phytopathologische Zeitschrift, **10**, Heft 2, S. 185 ff.

Prillieux, M. Ed., 1877—78. Etudes des alterationes produites dans le bois du pommier par les biqûres du puceron lanigère. — Ann. Inst. Agron., S. 39.

Roemer, Fuchs und Isenbeck, 1938. Die Züchtung resistenter Rassen der Kulturpflanzen. Parey, Berlin.

Reichardt, H., und Wetzel, A., 1928. Paraffin-Einbettungsmethode nach vorhergegangener Zelloidindurchtränkung, unter Vermeidung der härtenden Intermedien, Xylol, Benzol, Chloroform. — Zeitschr. f. wiss. Mikr., **45**, S. 476—479.

von Veh, R., 1936. Eine neue Methode der Anzucht von Sämlingen, unabhängig von Ruheperioden und Jahreszeit (bei Äpfeln, Birnen, Quitten, Pflaumen, Kirschen). — Züchter, **8**, Heft 5, S. 145—151.

Zweigelt, F., 1916. Blattlausgallen, unter besonderer Berücksichtung der Anatomie und Ätiologie. — Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten. II. Abt., Bd. 47, S. 431.

Feinde und Krankheiten der Maikäfer.

Von H. Blunck.

(Aus dem Institut für Pflanzenkrankheiten der Universität Bonn.)

Mit 9 Abbildungen.

1. Vorbemerkung.

Unlängst haben wir die Möglichkeiten, welche sich bislang zur Behebung der Maikäferplage bieten, einer Betrachtung unterzogen (Blunck

1937 S. 257—277, 1938 S. 27—39, 1938 S. 64—87, 1938 S. 253—272). Unerörtert blieben dabei die Aussichten der sogenannten ,,Biologischen Bekämpfung", also der Vernichtung des Käfers und seiner Brut mit Hilfe der natürlichen Feinde. Unter vorläufig alleiniger Berücksichtigung des Vollkerfs schließen wir diese Lücke nachstehend durch eine kritische Würdigung der einschlägigen Literatur. Eigene Beobachtungen sind eingebaut. Der Rahmen des Themas ist etwas weiter gezogen, als dem Begriff der ,,Biologischen Bekämpfung" in seiner gewöhnlichen Fassung entspricht. Es sind möglichst alle Organismen berücksichtigt, die in fühlbarer Weise dem Schädling Abbruch tun, auch solche, deren besondere Einspannung für diesen Zweck durch den Menschen nicht in Frage kommt. Die Behandlung der Feinde und Krankheiten der Larve und der Puppe des Käfers ist einem späteren Artikel vorbehalten, das Schrifttum ist, um Wiederholungen zu vermeiden, aber schon am Schluß dieses Aufsatzes möglichst vollständig zusammengestellt.

Die natürlichen Feinde des Vollkerfs sind der Artenzahl nach groß (vgl. auch Blunck 1937 S. 259), sie leisten in der Auslichtung der Bestände aber weniger, als die auf Kosten der Larven lebenden Organismen. Es handelt sich um einige insektenfressende Säuger, viele Vögel, ein paar Laufkäfer, wenige Eingeweidewürmer, den Pilz *Beauveria densa* und eine oder mehrere Bakterienarten.

2. Säugetiere.

Das Schwarzwild nimmt den Käfer anscheinend an sich gern an, kommt mit ihm aber, nachdem er den Boden verlassen hat, nur noch wenig in Berührung. Getrocknete Maikäfer geben für Hausschweine ein empfehlenswertes Beifutter (s. Genßler 1796 S. 16—21, Zweigelt 1915 S. 496, 1918 S. 51 und die bei Blunck 1937 S. 273 genannte Literatur). Mastschweinen kann unbedenklich 1 kg Käferschrot auf 5 kg Kartoffeln gereicht werden (Mayer, n. Ritzema-Bos 1891 S. 274). Werden die Käfer dagegen ohne Zusatz verfüttert, so treten zuweilen Verdauungsstörungen ein (Meyer-Hermann 1934 S. 616). Lebend gegeben sollen sie in gleicher Weise wie bekanntlich die Engerlinge den Riesenkratzer *Macracantorhynchus hirudinaceus* Pallas (syn. *Echinorrhynchus gigas*) übertragen können und dadurch unter Umständen gefährlich werden.

Dachs, Marder und Fuchs verschmähen den Maikäfer nicht. Von Mitte Mai bis Ende Juni 1938 bestand der von Herrn Dr. E. Meyer (mdl. Mttlg.) in Gönnebeck, Kreis Segeberg, und in Passow, Kreis Parchim, an den Losungsplätzen von Dachsen untersuchte Kot zur Hauptsache aus Maikäferresten, unter denen besonders die oft völlig

unverletzten Flügeldecken auffielen. Kein Zweifel, daß der Dachs sich dort in dieser Zeit vorwiegend von den in Massen schwärmenden Maikäfern genährt hat. Der Fuchs soll, wenn eine alte Quelle (Genßler 1796 S. 4—5) recht berichtet, zuweilen abends unter stark beflogenen Bäumen systematisch auf Maikäferfang ausgehen. Weder Dachs noch Fuchs und noch weniger die Marder können aber wohl die Populationsdichte des Käfers ernstlich beeinflussen.

Eichhörnchen werden in der Forstliteratur (Escherich 1923 S. 80) vereinzelt unter den Maikäferfeinden mitgenannt. Altum fand die Mägen bisweilen im Frühjahr mit Resten des Käfers gefüllt (nach Escherich 1914 S. 226—227).

Unsere Insectivora fressen wohl alle den Maikäfer gern. Der Igel ist oft beim Käferfang beobachtet worden. Spitzmäuse werden von Judeich und Nitsche (1895 S. 304) unter seinen vermutlichen Feinden mit aufgezählt (s. a. Anon. 9. 5. 38). Stark stellen ihm die großen Fledermausarten (Olivier 1792 S. 3, Altum 1891 S. 99, Zürn 1899 S. 347), besonders *Vesperugo noctula* und *serotinus* (Escherich 1923 S. 80) nach.

Fast ganz übersehen ist bislang, daß auch der Maulwurf *Talpa europaea* vielfach Maikäfer frißt. Ich finde bei Brehm (1893 S. 376) einen kurzen Hinweis. Höricht (1937 S. 129—131, cit. n. Fr. 1938 S. 35) ist auf Grund seiner Fütterungsversuche überzeugt, daß der Maulwurf Maikäfer nur ungern anfaßt. Kaysing (Flugschrift 1938, 2. Seite), der unter Fraßbäumen, wo viele Käferweibchen sich zur Eiablage eingruben, „massenhaft Maulwurfshaufen" fand, meint: „Offenbar nimmt der Maulwurf Larven und Käfer auf" (s. a. Anon. 9. 5. 38). Dem Mull sind zwar im allgemeinen nur die Jungkäfer im Erdlager zugänglich, sie spielen aber in seiner Speisekarte in der Tat eine gewisse Rolle. Die von ihm aufgeworfenen Erdhügel sind oft gespickt voll von Skelettresten. Der Maulwurf scheint beim Aufbrechen der Käfer nach bestimmten Regeln zu verfahren. Die Flügeldecken und die Alae sind immer abgerissen, der Hinterleib ist vom Thorax getrennt und von oben geöffnet. Näher wird über diese Dinge demnächst Herr Diplomlandwirt Schaerffenberg berichten. Herr Schröder, Grünhorst, hat uns in Holstein schon 1934 auf die Käferreste in Maulwurfshügeln aufmerksam gemacht. Er schrieb mir unlängst, daß er in dem letzten warmen Winter (1937/1938) selbst im Januar in einem frischen Haufen Maikäferteile fand. Im Herbst 1937 sind wir auch in der Eifel und in Vorpommern auf das geschilderte Bild gestoßen. Auf einer stark mit Jungkäfern durchsetzten Weide zählten wir in Malbergweich (Kreis Bitburg) am 29. September in einem einzigen großen Maulwurfshügel die Reste von 9 Individuen. Darunter lagen in dem kreuz und quer vom Maulwurf durchwühlten

Boden bis zu 35 cm tief auf ¼ qm außer 30 lebenden noch mehrere weitere zerfressene Käfer. Ende Oktober fand ich trotz nur oberflächlichen Suchens auf einer ebenfalls an Jungkäfern reichen Dauerweide in Groß-Kiesow (Kreis Greifswald) ebenfalls in fast jedem der dort überaus zahlreichen Maulwurfshaufen mindestens einen, oft aber mehrere Käferreste. Da der Mull die Skeletteile fast alle im Boden zurückläßt und da die Weichteile sich in seinem Darm sofort zersetzen, ist es begreiflich, daß der Maikäfer auf Grund von Magenuntersuchungen bei Ermittlungen über die Maulwurfnahrung nicht gefaßt wird. Die Dinge liegen hier ganz ähnlich wie in bezug auf den Engerling. Es unterliegt nach dem Gesagten aber keinem Zweifel, daß der Maulwurf merklich unter den Käfern aufräumt. Er kann das nachdrücklicher als die vorgenannten Insektenfresser, weil die Jungkäfer ihm während ihrer ganzen Reifezeit, also genähert ¾ Jahr, zur Verfügung stehen, während die oberirdisch lebenden Räuber in ihrem Wirken auf die kurze Flugzeit des Käfers beschränkt sind.

3. Vögel.

Das gilt auch für die Vögel, sofern wir von Ausnahmegelegenheiten absehen. Raspail (1893 S. 202, 1911 S. 158—169) behauptet allerdings, und zwar mit Recht, daß die Vögel in den Zwischenflugjahren fühlbar zur Niederhaltung des Käfers beitragen. Er beobachtete 1893 Ende April einen ziemlich starken Schlupf, nach einigen Tagen war aber kein einziges lebendes Stück mehr zu finden. Um so häufiger traf man unter Bäumen auf Flügeldecken der Toten. Das gleiche wiederholte sich in anderen Zwischenflugjahren und später, als um 1900 die Käfer überhaupt seltener wurden, auch in den Hauptflugjahren, so 1904, 1907 und 1910. Entsprechendes beobachteten wir 1935 und 1936 in Bonn am Rhein. *Melolontha melolontha* war dort einige wenige Tage häufig, verschwand dann aber trotz guten Wetters sehr bald vollständig, während wir auf Skelettreste hier und anderswo noch mehrfach stießen. Wenn die Flugstärke des Maikäfers ein bestimmtes Mindestmaß unterschreitet, scheinen also die Vögel im Verein mit anderen natürlichen Feinden die Populationsdichte so stark weiter auslichten zu können, daß der Schädling geradezu selten wird. In Massenflugjahren werden die Vögel allein, wie heute auch eifrige Vertreter des Vogelschutzes zugeben, mit dem Käfer natürlich nicht fertig (Mansfeld 1936/37 S. 11—15, Frickhinger 1938 S. 36).

Wenig ist im allgemeinen das zu spüren, was Dohle, Elster, Wiedehopf, Blaurake, Bussard, Rotfußfalk, Baumfalk, Turmfalk, Buntspecht, Wendehals, Schwäne, Gänse, Fischreiher, Spechte, Ziegenmelker, Amseln und andere Drosseln

(Singdrossel, Wachholderdrossel), Pirol, Raubwürger, rotrückiger Würger, Goldammer, Grauammer, Haus- und Feldsperling, Buchfink, Rotkehlchen, Gartenrotschwanz, Hausrotschwanz, Gartengrasmücke, Schwarzplättchen, Weidenlaubsänger, Zaunkönig, Heckenbraunelle, Stieglitz und Meisen (Olivier 1792 S. 3, Haenel 1919, Escherich 1923 S. 80, von Vietinghoff 1925 S. 327—352, Mansfeld 1936/1937 S. 11—15, Frickhinger 1938 S. 35—36) in der Maikäfervertilgung leisten. Beim Buchfink soll die Nahrung allerdings zeitweise zur Hauptsache aus Maikäfern bestehen, und auch fast alle Meisenarten (Kohlmeise, Blaumeise, Sumpfmeise, Tannenmeise, Haubenmeise, Kleiber) sollen den Käfer mit Vorliebe fressen (Anon. 9. 5. und 19. 5. 38). Nach Kontrollen, die Mansfeld (1936/37 S. 13) unlängst bei 3 Bruten der Kohlmeise anstellte, betrug der Maikäferanteil bei 106 Fütterungen „60 oder 64%“. Der Neuntöter verfütterte unter 460 Beutetieren 219 Maikäfer oder 48%. Die 2 zahmen Störche und der Kranich der Vogelschutzwarte Seebach verschmähten in der Flugzeit der Maikäfer jede sonst willkommene zusätzliche Fütterung und jagten den ganzen Tag nur auf Maikäfer. Der Durchschnitt des Maikäferanteils in ihren Gewöllen betrug 94% (Frickhinger 1938 S. 36). Wenn nun aber gar unlängst ein Landwirt das Aufhören der Maikäfer- und Engerlingsplage in den 80er Jahren für seinen Wohnbezirk mit verstärkter Schonung der Rebhühner und Einführung des Fasans in Zusammenhang gebracht hat, so bedeutet das natürlich eine starke Überschätzung des Leistungsvermögens dieser Vögel in der Schädlingsvertilgung (v. Richthofen 1938 S. 289). Der Maikäfer ist damals über weite Gebiete des Reichs hin selten geworden, auch dort, wo wenig oder nichts für vermehrten Flugwildschutz getan wurde (Blunck 1937 S. 266ff.). Auch die Eulen (Waldkauz, Steinkauz, Schleiereule, Waldohreule) können bei schweren Übervermehrungen des Maikäfers kaum ernstlich etwas ausrichten, wenngleich natürlich nicht geleugnet werden soll, daß sie den Käfer gern fressen (Olivier 1792 S. 3, Altum n. Pechuel-Loesche 1891 S. 149, Anon. 9. 5. 1938). Eher fällt schon das Wirken solcher Vögel ins Gewicht, die wie Krähen, Möwen und Stare in großen Scharen jagen.

Unter den einheimischen Krähen leistet die Nebelkrähe (*Corvus cornix* L.) in der Maikäfervertilgung verhältnismäßig am wenigsten (von Vietinghoff 1925 S. 341). Immerhin berichtete 1887 ein Förster aus der Gegend von Friedrichshagen, daß eine Schar von Nebelkrähen sich wochenlang tagsüber auf befallenen Eichen aufhielt, „bis kein Maikäfer mehr übrig war“ (1. c. S. 342). Loos untersuchte von Mai bis Juli 1899 20 Mägen von Nebelkrähen und fand in allen Maikäferreste, in 15 sogar ausschließlich oder zumeist (1. c. S. 344). Weit stärker aber fällt der Käferkonsum bei der Rabenkrähe (*Corvus corone* L.) und bei der

Saatkrähe (*C. frugilegus* L.) ins Gewicht, besonders bei der letzteren (v. Arnim 1934 S. 404—405, Schuch 1935 S. 173). Eckstein fand in 265 *frugilegus*-Mägen 215mal, Rörig (1900 S. 333) in 658 Mägen von Raben- und Nebelkrähen mit Insektenresten 61 mal, in 612 Mägen von Saatkrähen dagegen 234 mal Maikäfer. Die Saatkrähe soll in Bäumen nach Gloger (von Vietinghoff 1. c. S. 342) zuweilen vergesellschaftet mit besonderer Methodik jagen. „Während nämlich ein Teil von ihnen die Käfer durch Schlagen mit den Flügeln und durch sonstige heftige Bewegungen von den Bäumen herunterschüttelt, sucht der andere Teil die herabgefallenen Käfer auf; beide Teile lösen sich darin ab." Ähnlich äußert sich Naumann (n. Brehm, Die Vögel, Bd. 2, 1882 S. 442, Bd. 1, 1893 S. 437—438). Uns ist eine solche Arbeitsteilung nicht aufgefallen. In Holstein (Schmalensee) gingen die Saatkrähen nach den Beobachtungen von Herrn Dr. E. Meyer (mdl. Mttlg.) im Mai 1938 auf den Chausseebäumen (Eichen) so vor, daß sie in den Kronen herumturnend mit dem Schnabel nach den Käfern pickten. Dabei erwischte Stücke wurden an Ort und Stelle verzehrt. Sehr oft stürzten die meist seitlich in der Körpermitte vom Schnabel getroffenen Käfer aber verwundet zu Boden, um dort in Massen zu verenden. Daß andere Krähen sich ihrer dabei annahmen, wurde nur selten beobachtet. In Passow, Kreis Parchim in Mecklenburg, waren nach Angabe des Gutsförsters 1938 während der ganzen Flugzeit, d. h. von Mitte bis Ende Juni, an den besiedelten Bäumen Hunderte von Saatkrähen mit dem Vertilgen der Maikäfer beschäftigt. Als einwandfrei sichergestellt darf gelten, daß zum mindesten die Saatkrähen den von Maikäfern stark beflogenen Plätzen oft von weither zuwandern (Boden 1896), augenscheinlich alarmiert durch einzelne vorgeschobene Individuen, welche die Käferherde entdeckt haben (von Vietinghoff l. c. S. 342). Herr Dr. Meyer glaubt festgestellt zu haben, daß die Krähen, solange die Käfer spärlich sind, diese mit Ausnahme der Flügeldecken ganz oder fast ganz verzehren, sich später, wenn die Flugdichte zunimmt, aber nur noch an den Inhalt des Hinterleibs halten (s. Abb. 1 u. 2, von Herrn Dr. Ext, Kiel, freundlichst zur Verfügung gestellt). Die Saatkrähe jagt auch gern auf gerade im Schlüpfen begriffene Maikäfer. Auf einer Dauerweide bei Dersau in Holstein war am 17. Mai 1938 eine große Krähenschar damit beschäftigt, die im Schlüpfloch den Abend erwartenden Käfer mit dem Schnabel ans Tageslicht zu holen, und sie dann zu verzehren. Herrn Gutsbesitzer Heuer, Neurossewitz in Mecklenburg, fiel in diesem Frühjahr (1938) auf, daß vom 10. Mai ab die bis dahin auf dem Acker fehlenden Krähen und Dohlen plötzlich dem Pflug zu folgen begannen, um die im Aufwandern begriffenen Käfer aus den frischen Schollen herauszuholen. Am 12. Mai fielen Saatkrähen, Nebelkrähen und Dohlen auch in die Sommergetreideschläge ein. „Ein eifriges Stochern und Bohren begann, und bald waren

die Tiere satt von Maikäfern. — Nach einigen Stunden begann dasselbe Schauspiel. Abends in der Dämmerung begann der erste Maikäferflug“ (schriftl. Mittlg.). In unserer Feldstation in Bornhöved in Holstein kam in diesem Frühjahr wiederholt aus Gönnebeck stammendes Saatkrähengeschmeiß zur Untersuchung, in dem sich zahlreiche zerschrotete Maikäfer befanden. Gelegentlich stießen wir auch am Knick und unter Bäumen auf Saatkrähengewölle, die nur aus solchen aber etwas gröberen Käferresten bestanden. Wo die Saatkrähe in großen Scharen horstet,



Abb. 1. Von Saatkrähen bald nach dem Herauskommen aus dem Boden getötete Maikäfer. Hinterleib aufgefressen. Dr. Ext, Kiel, phot. Holstein 1938.



Abb. 2. Reste von Maikäfern, die nach dem Verlassen des Bodens von Saatkrähen überfallen wurden. Hinterleib, z. T. auch andere Körperteile, aufgefressen. — Dr. Ext, Kiel, phot. Holstein 1938.

soll sie den Käfer dauernd niederhalten können. Umgekehrt wird die ungewöhnliche Zunahme der Maikäfer in früher von ihnen freien Gebieten von der Praxis vielfach zu der übertriebenen Krähenvertilgung in Beziehung gebracht (s. a. Zweigelt 1913, Loos 1918, Vogel 1921, Escherich 1923 S. 79, Kaysing 1938).

Lachmöwen sah ich 1934 in Holstein auffällig häufig dicht an stark mit *Melolontha melolontha* besetzten Knicks und Bäumen entlangstreichen und augenscheinlich im Fluge nach Käfern haschen. Oft hatte ich den Eindruck, als wenn sie, rüttelnd vor dem Gezweig stehend, die Tiere aufzujagen suchten, um sie dann leichter fassen zu können. In einem Falle war zu sehen, wie einzelne Möwen regelrecht in einen Knick einfielen, in diesem einen Augenblick verweilten und dann wieder aufflogen. Lachmöwen im Gezweig — ein so seltsames Bild, daß ich meinen Augen nicht traute. Später las ich bei von Vietinghoff (1925 S. 349 bis 350), wie auch bei Görlitz „die Lachmöwen sich auf den Bäumen niederließen, mit ihren Schwimmfüßen auf den Bäumen herumturnten und die Maikäfer absuchten“. Martini (n. Eckstein 1938 S. 180)

hat an Holsteins Küste eine Anzahl Möwen beobachtet, die in der Abenddämmerung unermüdlich immer wieder aufflogen, um Maikäfer abzufangen, die von Süden nach Norden zogen. Gern folgt die Lachmöwe bekanntlich auch dem Pflug. Sie sammelt dabei nicht nur Würmer und Käferlarven (s. Abb. 3), sondern auch die schlüpfreif im Boden ruhenden Maikäfer. Der Zusammensetzung des Kots nach zu urteilen, verzehren die Möwen die Käfer dann einschließlich der Flügeldecken. Das Übermaß an Hartteilen wird gelegentlich als Gewölle abgegeben (E. Meyer, mdl. Mittlg.).

Der gemeine Star fängt die fliegenden Käfer (E. Meyer, mdl. Mttlg.) oder er liest sie vom Blattwerk ab, faßt sie dabei am Abdomen



a



b

Abb. 3, a und b, Lachmöwen, dem Pfluge folgend. — Ostholstein, 22. 3. 1938.

und wetzt dann den Schnabel so lange an einem Zweig hin und her, bis der Vorderkörper des Beutetiers herunterfällt. Bei Untersuchungen, die mit Hilfe der aus der Kormoran-Fischerei bekannten Halsringe durchgeführt wurden, ermittelte Mansfeld (1936/37 S. 11—15), daß beim Star ebenso wie beim rotrückigen Würger, beim Wendehals und bei der Kohlmeise Maikäfer der Menge nach 75% der Nahrung der Jungen ausmachten (cit. n. Frickhinger 1938 S. 36). Der Star verfüttert nur entflügelte Maikäfer (Hänel n. von Vietinghoff 1925 S. 347, Mansfeld 1936/37 S. 12). Kopf, Brust, Beine und Flügeldecken bleiben zurück. Abb. 4 zeigt, daß sich die des Hinterleibs beraubten Reste der Opfer dann in größerer Zahl unter stark von den Stareneltern beflogenen

Bäumen sammeln können (s. a. Ext 1928 S. 736). Nach dem Ausfliegen jagen auch die Jungstare in Bäumen und Knicks auf Maikäfer. Da sie dabei in großen Scharen auftreten, dürfte ihr Wirken wohl ins Gewicht fallen. 1938 begannen sie aber zum mindesten in Holstein erst mit der eigenen Jagd, als die Käfer ihre Brut bereits zur Hauptsache abgesetzt hatten (E. Meyer, mdl. Mttlg.). Wiederholt und noch unlängst wieder ist behauptet, daß durch Darbieten künstlicher Nistgelegenheiten bei der Maikäfervertilgung „sehr gute Erfolge" erzielt sind, selbst im Forst (Anon. 12. 6. 1938).

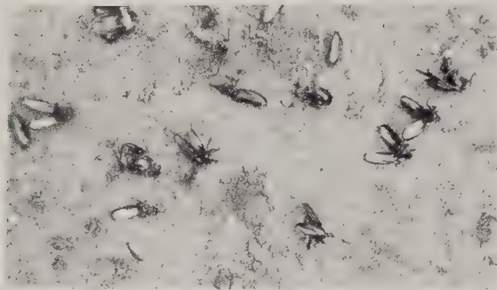


Abb. 4. Reste von Staren gefressener Maikäfer. Bornhöved, Anfang Mai 1938. — E. Bernhardt phot.



Abb. 5. Von Vögeln (?) ausgefressener Maikäfer. — Kitzeberg 7. 5. 34.

Blau- und Kohlmeisen (Hänel, n. von Vietinghoff 1925 S. 350) fressen nur den Torax der Käfer leer, den sie mit den Zehen halten. Kopf und Hinterleib bleiben mit Ausnahme des Darms, der herausgezogen wird, unversehrt. Andererseits gibt es augenscheinlich Vögel, die umgekehrt nur den Inhalt des Hinterleibs verzehren. Ich verweise zum Beleg auf die als Abb. 5 hier beigefügte Aufnahme eines toten Käfers, der am 7. 5. 1934 bei Kitzeberg, Kieler Förde, gefunden wurde.

Bekannt ist der Eifer, mit dem sich regelmäßig das Hausgeflügel, und zwar nicht nur Hühner, sondern auch Enten und Pfauen (Judeich u. Nitsche 1895 S. 304), auf ihnen vorgeworfene Maikäfer stürzen. Die Hühner erlahmen darin allerdings bald, wenn ihnen nicht daneben andere Nahrung gereicht wird. Empfohlen wird, die Käfer getrocknet und gemahlen mit der 3—4 fachen Menge Reismehl zu mischen, zu Brot zu verbacken und so zu verfüttern (Ritzema-Bos 1891 S. 274, Mayer u. Zürn 1899 S. 350). Einfacher werden die Käfer nur aufgekocht und zu 300 g je Tag und Kopf mit Beifutter verabreicht (Liebscher 1933 S. 80). Es wird sich aber kaum vermeiden lassen, daß das Geflügel und auch die Eier etwas den Geschmack der Käfer

annehmen. Bei Schlachthühnern ist aus diesem Grunde in den letzten 4 Wochen der Käferzusatz fortzulassen (s. a. Spiegel von u. zu Peckelsheim 1909 S. 20, 44—49, Schechner 1911 S. 118 und die bei Blunck 1937 S. 273 genannte Literatur.

4. Insekten.

Unter niederen Organismen, einschließlich Insekten, hat der Maikäfer verhältnismäßig wenig zu leiden, viel weniger als seine Larve.

Bekannt ist, daß die Goldhenne *Carabus auratus* L. und einige andere Laufkäfer ihm nachstellen (Plieninger 1834 S. 47, Delacroix 1891 S. 127, Taschenberg in Brehms Tierleben, 1892 S. 40, Anon. 9. 5. 1938,) ob auch der Puppenräuber (*Calosoma sycophanta* L.), wie zuweilen behauptet wird (Anon. 20. 5. 38), ist aber wohl zweifelhaft. Im Herbst 1937 sah ich in Vorpommern (Gr. Kiesow, Kreis Greifswald), wie beim Pflügen eines abgeernteten Rübenschlags *Carabus auratus* in Massen bloßgelegt wurde. Der Käfer war augenscheinlich durch die zahlreichen im Boden liegenden Maikäfer und Engerlinge angelockt und in der Vermehrung begünstigt worden. Seine Massierung fiel uns um so mehr auf, als der Boden in Gr. Kiesow beinahe für *Carabus auratus* schon zu leicht ist. Die Goldhenne liebt bekanntlich mäßig lehmigen, eher trockenen als feuchten Sand. In Pommern ist sie daher nach Peschuel-Loesche (in Brehm 1892 S. 40) sonst selten, und östlich von Stralsund soll sie überhaupt nicht vorkommen (s. Blunck 1925 S. 13). Der Käfer scheint aber nicht nur in Pommern neuerdings häufiger geworden zu sein. Herr Dr. E. Meyer, der Leiter unserer Feldstation Bornhöved, traf ihn in diesem Frühjahr (1938) auch in Mecklenburg (bei Passow, Kreis Parchim) und in Holstein (Gönnebeck, Bornhöved) in Anzahl, darunter in Gebieten (Bordesholm), wo er nachweislich früher zum mindesten sehr selten war. Aus unserer 2. Feldstation in Heppenheim berichtete gleichzeitig Herr Dr. W. Neu über auffällige Häufung des Goldschmieds an der Bergstraße. Ich selbst erinnere mich an eine ungewöhnliche Massierung von *Carabus auratus* aus einem der letzten Kriegsjahre (1917 oder 1918) in Nordfrankreich. Die Goldhenne überfällt den Maikäfer von oben her und sucht durch Zerbeißen der Flügeldecken an die Weichteile heranzukommen (s. Abb. 6). Mit voll lebensfähigen Maikäfern wird sie aber meist nicht fertig, nur geschwächte fallen ihr leicht zur Beute (vgl. auch Brehm, Insekten 1892 S. 40).

Zuweilen vergreifen sich auch Ameisen an Maikäfern. Herr Dr. Neu berichtet aus Heppenheim, daß sich im Mai 1938 auf einer Wiese mit vielen Schlüpflöchern von *M. melolontha* (bis zu 14 je qm) eine dort häufige „große hellbraune Wiesenameise“ (?*Myrmica rubra* Nyl. — Blunck det.) zu mehreren am Fühlergrund und in der Augenpartie eines lebenden Käfers festgesetzt hatten. Im Boden lagen stark mit

Ameisen der gleichen Art besiedelte Maikäfer, die vor dem Schlüpfen gestorben waren. „Es wäre denkbar, daß die Ameisen die nach oben wandernden Käfer anfielen.“ An der Bergstraße wurden auch „große

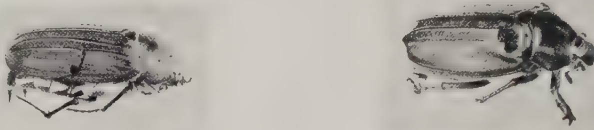


Abb. 6. Zwei Maikäfer mit Bißstelle von *Carabus auratus* L. in den Flügeldecken. — Heppenheim, 5. 5. 1938, Dr. Neu leg.

schwarze Ameisen“ beim Überfall auf lebende Maikäfer beobachtet. Solange sich nur 1 Ameise am Käfer festgesetzt hatte, konnte dieser noch abfliegend entkommen. Gute Photos der Reste von Ameisen getöteter Maikäfer sah ich unlängst bei Herrn Forstmeister Dr. Schwerdtfeger, Eberswalde.



Abb. 7. *Hexamermis terricola* (Hagm.) ♀ neben Resten eines Maikäfers (*M. melolontha* L.) aus der Puppenwiege. Malbergweich, 23. 5. 1938. Dr. Schneider, Krefeld det.

5. Würmer.

Wahrscheinlich kann der Riesenkratzer *Macracanthorhynchus hirudinaceus* Pallas aus unseren Maikäferengerlingen ebenso leicht wie bei anderen Lamellicorniern in das Vollkerfstadium übernommen werden. Die Käfer werden unter dem Befall aber, nach dem Verhalten anderer Zwischenwirte des Wurms zu schließen, schwerlich ernstlich leiden. Die

von Giard (1893 S. 6) geäußerte Vermutung, daß die Parasitierung sich in Kastration des Wirts auswirkt, bleibt zu beweisen.

Guerin-Méneville (1857 S. CXLIII) hat in einer *Melolontha melolontha* einen mehr als 1 m langen Helminthen gefunden, der wohl als Gordiide oder Mermithide anzusprechen ist. In der Eifel wurden 1938 von cand. phil. Klentsch bei Maikäfern Mermithiden registriert, um deren Bestimmung sich dankenswerter Weise Herr Dr. Schneider, Krefeld, bemüht hat (s. Abb. 7 und 8) und über die später Näheres berichtet wird.

6. Pilze und Bakterien.

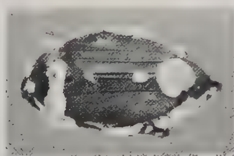
Von Zeit zu Zeit tritt auf den im Boden ruhenden Jungkäfern, seltener auch auf schon ausgewanderten Stücken, *Beauveria densa* (Link) epidemisch auf (s. Abb. 9a und 9b). Da dieser Pilz aber vorzüglich die



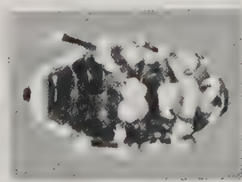
Abb. 8. *M. melolontha* L., im Hinterleib eine Mermithidenlarve (*Agamermis sp.* oder *Hexamermis sp.*).—Malbergweich, 5. 6. 1938. Dr. Schneider, Krefeld det.

Brut des Käfers heimsucht, soll der Befall dort später im Zusammenhang behandelt werden. Das gleiche gilt für *Cordyceps militaris* L.

Ein *Bacillus* (Diplococcus) *melolontha* ist von Chatton (1913 S. 1707—1709, 1914 S. 379—391) als für Maikäfer im Vollkerfstand pathogen beschrieben. Nach Paillot (1916 S. 533—534, 1918 S. 1046 bis 1048) handelt es sich um einen Coccobacillus, der in mehrere (? 7) Rassen mit unterschiedlichem Verhalten auf künstlichen Medien zerfällt



a



b

Abb. 9. *M. melolontha* L., befallen von *Beauveria densa* Link. a Dorsal-, b Ventralansicht. — Phot. 25. 6. und 14. 9. 1937.

(*Bacillus melolontha liquefaciens, B. melolonthae non liquefaciens* usw.). Alle töten den Käfer sowohl, wenn er mit Reinkulturen wie wenn er mit verseuchtem Blut infiziert wird, innerhalb 1—2 Tagen. Infektion

per os gelang dagegen nicht (Paillot 1916 S. 1102—1103). Oft werden diese Primärparasiten nach Paillot (1916 S. 772—774) später durch Sekundärinfektionen von Diplobazillen verdrängt (*Diplobacillus melolonthae, Bacillus hoplosternus*), die für den Käfer ebenfalls und wohl noch stärker pathogen sind (Paillot 1917 S. 56—58).

Schrifttum.

(Hier vermißte Literatur s. diese Zeitschrift **47**, 1937, 274—277, **48**, 1938, 36—39, 82—87 und 269—272. — Die mit * gezeichneten Arbeiten waren dem Verfasser nur in Form von Referaten zugänglich.)

Anon.: (Les vers blancs envahis par le *Botrytis tenella*.) — Journ. Agr. pratique, 55. Jg., 2. Teil, 385, 1891.

— —: Engerlinge im Sandweingarten. — Die Weinlaube, 270, Wien 1892.

— —: Zur Vertilgung der Engerlinge. — Centralbl. ges. Forstwesen, 18. Jg., 266—267, Wien 1892.

— —: Die Bekämpfungsarbeiten der Maikäferplage in Niederösterreich im Jahre 1894. — Centralbl. ges. Forstwesen, 93, Wien 1895.

*— —: Über den Maikäferpilz (*Botrytis tenella*). — Versuchsstation des Obstbauvereins f. Mittelsteiermark, Jahresbericht 1894. Graz. — Ref.: Zeitschr. Pflanzenkr. **5**, 1895, 318.

— —: Aus dem Pflanzenschutzdienst. — Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzdienst, 14. Jg., 69—71, 1934.

— —: Die natürlichen Feinde des Maikäfers. — 1) Berliner N. Nachr., Nr. 116. 19. 5. 1938. — 2) andere Tageszeitungen aus der gleichen und späterer Zeit,

— —: 120 Millionen Maikäfer vernichtet. — Hamburger Anzeiger, Nr. 140, 18.—19. 6. 1938.

— —: Immer noch Maikäfer. — Rostocker Anzeiger, Nr. 136, 14. 6. 1938.

— —: Maikäferjagd auch im Juni. — Hakenkreuzbanner, Mannheim, Nr. 265, 12. 6. 1938.

— —: Pflanzenschutz-Meldedienst. — Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzdienst, 18. Jg., 63—65, 1938.

— —: Strand mit Maikäfern bedeckt. — Rostocker Anzeiger, Nr. 138, 16. 6. 1938.

— —: (Über große Maikäfermengen.) — Rostocker Anzeiger, Nr. 141, 20. 6. 1938.

— —: Über 120 Millionen Maikäfer in 7 Kreisen unschädlich gemacht. — Wilstersche Zeitung, Nr. 141, 20. 6. 1938.

— —: Wer sind die natürlichen Feinde des Maikäfers? — Mecklenburgische Zeitung, Nr. 107, Schwerin 9. 5. 1938.

Adametz, C.: Schonzeit des Dachses. — Centralbl. ges. Forstwesen, 9. Jg., 237, 1883.

*Altum, B.: Der Vogel und sein Leben. 9. Aufl., Münster 1910.

von Arnim, —: Erfahrung im Kampf mit Engerlingen und Maikäfern. — Mitt. f. d. Landwirtschaft **49**, Stck. 42, 927, Berlin 1934.

— —: Erfahrungen im Kampf gegen Engerlinge und Maikäfer. — Der Deutsche Forstwirt **16**, 859—860, 1934.

— —: Erfolgreiche Engerling-Bekämpfung. — Deutsche Landw. Presse, 64. Jg., 152, 1937.

Baer, —: Die Tachinen als Schmarotzer der schädlichen Insekten. Berlin 1921, Verlagsbuchhandlung Paul Parey. 200 S.

de Bary, A.: Zur Kenntniß insektentödtender Pilze. IV. — Botanische Zeitung, 27. Jg., 601—606, 1869.

Baunacke, —: Engerlingsschäden und ihre Abwehr. — Die kranke Pflanze, 4. Jg., 2—4, 1927.

Bernatz, —: Das Vertilgen der Maikäfer und Engerlinge. — Zeitschr. landw. Vereine des Großherzogthums Hessen, 42. Jg., 131—134, 1872.

Bersch, J.: Zur Bekämpfung landwirtschaftlicher Schädlinge. — Wiener landw. Zeitg., 342—343, 1892.

de la Blotais, A.: A propos du *Botrytis tenella* et de l'exercice de la médicine vétérinaire. — Journ. Agr. pratique, 58. Jg., Tome I, 200—201, 1894.

Blunck, H.: Syllabus der Insektenbiologie. Coleopteren. I. Berlin 1925.

Boas, J. E. V.: Yagttagelser og Bemaerkninger vedrörende Oldenborrerne. — Tidsskr. Landökonomi **11**, 5. Raekke, 289—325, Kjöbenhavn 1892.

— —: Om en fluelarve, der snylter i Oldenborrelarver. — Entom. Medd. **4**, 130—136, 1894.

— —: Über eine Fliegenlarve, welche in Engerlingen schmarotzt. Übersetzt von Eckstein. — Forstl. Naturw. Zeitschr., 3. Jg., 33—37, München 1894.

— —: Oldenborrernes Optraeden og Udbredelse i Danmark 1887—1903. Koebenhavn, Gyldendalske Bogh., Nord. Forl. Fol., 24 p., 5 Pl., 2 fig., 1904. — Ref.: 1. Eckstein, Zeitschr. Forst- u. Jagdwesen 1904, 736—739. 2. Zeitschr. Pflanzenkr. **35**, 1925, 82. 3. Hollrung, Jahresbericht **7**, 1905, 50—51.

Boden, —: Der Maikäferflug des Jahres 1895 und die dabei gemachten Beobachtungen. — Zeitschr. Forst- u. Jagdwesen, 637, 1896.

Börner, C.: Beiträge zur Kenntnis vom Massenwechsel (Gradation) schädlicher Insekten. — Arb. Biol. Reichsanst. f. Land- und Forstwirtschaft **10**, 405—418, 1921.

*Borodin, D.: (On endeavours to fight the larvae of *Melolontha* by means of the fungus *Botrytis tenella*.) Russisch. — Chutorianin, Poltava, No. 27, 792, 17. 7. 1914. — Ref.: R. a. E. **2**, 1914, 524.

*van den Brande, J.: Le hannetonnage en Campine limbourgeoise. — Bull. Soc. for. Belg. **43**, 372—379, 1936. — Ref.: R. a. E. **26**, 1938, 193.

Brehm, A. E.: Die Vögel. **2**. Leipzig 1882.

Brehms Tierleben. 3. Aufl., bearbeitet von Pechuel-Loesche. Leipzig und Wien. 1. u. 2. Bd. Die Säugetiere. **1** u. **2**, 1893. — 4., 5. u. 6. Bd. Die Vögel. **1**, **2**, **3**, 1893, 1891, 1892. — 9. Bd. Die Insekten, Tausendfüßer und Spinnen. Neubearbeitet von E. L. Taschenberg. 1892.

*Briard, —: Florule cryptogamique de l'Aube. 339, 1888.

Chatton, E.: Septicémies spontanées à coccobacilles chez le Hanneton et le Ver à soie. — C. R. Acad. Sciences **156**, 1707—1709, 1913.

— —: Recherches sur l'action pathogène de divers Coccobacilles sur le hanneton, le ver à soie, la Cochylis et l'Eudémis. — Ann. des Epiphyties, **1**, 379 bis 391, 1914.

Danckelmann, —: Vertilgung der Maikäfer-Larven durch parasitische Pilze. — Zeitschr. Forst- u. Jagdwesen, 23. Jg., 235—236, 1891.

Delacroix, G.: Le parasite du ver blanc. — Journ. Agr. pratique, 55. Jg., 2. Teil, 238, 1891.

*— —: Note sur l'Oospora destructor. — Champignons parasites nouveaux. — Bull. Soc. Mycol. France, **9**, Pl. XIV, 260—268, 1893. — Ref.: Zeitschr. Pflanzenkr. **4**, 1894, 184.

Delacroix, G.: Observations sur quelques formes Botrytis parasites des insectes. — Bull. Soc. Mycol. France **9**, (177—184), 1893. — Sep. 10 pg.

Dingler, M.: Die Amsel als Engerlingsvertilger. — Forstwiss. Centralbl., 43. Jg., 477—478, Berlin 1921.

— —: Feinde des Engerlings unter den Wirbeltieren. — Zeitschr. angew. Entom. **8**, 455—456, 1922.

Dufour, J.: Einige Versuche mit *Botrytis tenella* zur Bekämpfung der Maikäferlarven. — Zeitschr. Pflanzenkr. **2**, 2—9, 1892.

*— —: Le champignon parasite des vers blancs. — Chronique agric. canton Vaud, nov. 1891 et 10. août, 1892.

— —: Note sur le *Botrytis tenella* et son emploi pour la destruction des vers blancs. — Bull. Soc. Vaudoise Sc. Nat. **28**, Nr. 106, 49—56, Lausanne 1892.

— —: Nochmals über *Botrytis tenella*. — Zeitschr. Pflanzenkr. **3**, 143—145, 1893.

— —: Über die mit *Botrytis tenella* zur Bekämpfung der Maikäferlarven erzielten Resultate. — Forstl.-naturw. Zeitschr., 249—255, München 1894.

Eckstein, F.: Die Engerlingsplage in Vorpommern. — Zeitschr. Pflanzenkr. **48**, 179—199, 1938.

Eckstein, K.: Der Kampf gegen die schädlichen Insekten mit Hilfe ihrer Parasiten. — Zeitschr. Pflanzenkr. **7**, 111—116, 1897.

Ehmcke, E.: Zur Frage der Engerlingsbekämpfung. — Wochenbl. Landesbauernschaft Schleswig-Holstein, 4. Jg., 731, 1937.

(Ext, W.): Tätigkeitsbericht des Pflanzenschutzamtes Kiel über das Rechnungsjahr 1937. Reichsnährstand, Landesbauernschaft Schleswig-Holstein, Verwaltungsamt, Hauptabteilung II, 11 S.

— —: Die Maikäferschlacht 1938. — 2000 Doppelzentner Maikäfer vernichtet. — Wochenbl. Landesbauernsch. Schleswig-Holstein, 5. Jg., 991—992, 1938.

— —: „Die verfluchten Krähen . . .“. — Wochenblatt Landesbauernsch. Schleswig-Holstein, 5. Jg., 736, 1938.

Feddersen, —: Ergebniß der Untersuchungen über den Maikäferpilz, *Botrytis tenella*. — Zeitschr. Forst- u. Jagdwesen, 26. Jg., 48—51, 1894.

Fr.: Die Nahrung des Maulwurfs. — Anz. Schädlingskunde, **14**, 35, 1938.

Frank, —: Prüfung des Verfahrens, die Maikäferlarven mit *Botrytis tenella* zu vertilgen. — Deutsche Landw. Presse, 961—962, 1892.

— —: Über das neuerdings vorgeschlagene Mittel, die Maikäferlarven mit *Botrytis tenella* zu vertilgen. — Zeitschr. Forst- u. Jagdwesen, 25. Jg., 223—226, 1893.

Freudenreich, E. von: Über Vertilgungsversuche der Engerlinge mittels *Botrytis tenella*. — Landw. Jahrb. Schweiz **6**, 366—368, Bern 1893.

Frickhinger, H. W.: Maikäferbekämpfung und Vogelwelt. — Anz. Schädlingskunde, **14**, 35—36, 1938.

Fröhner, E. u. Zwick, W.: Lehrbuch der speziellen Pathologie und Therapie der Haustiere. 8. Aufl., 1. Bd., Stuttgart 1915.

Giard, A.: L'Isaria, parasite de la larve du hanneton. — Compt. rend. hebd. des séances Acad. Sciences, **112**, 1270—1273, Paris 1891.

— —: Nouvelles recherches sur le champignon parasite du hanneton vulgaire. — Compt. rend. hebd. Séances et Mémoires Soc. Biol. **3**, 575—579, Paris 1891.

— —: Observations et expériences sur les champignons parasites de l'Acridium peregrinum. — Compt. rend. hebd. Séances et Mémoires Soc. Biologie **3**, 493—496, Paris 1891.

*Giard, A.: Sur la transmission de l'Isaria du ver blanc au ver à soie. — Compt. rend. société Biologie **3**, 507—508, Paris 1891.

— —: Sur l'*Isaria densa* Link, parasite du ver blanc. — C. R. de l'Académie des Sciences, **113**, 269, 1891.

— —: Sur un Isaria, parasite du ver-blanc. — Compt. rend. hebd. des Séances et Mémoires Soc. Biologie **3**, 236—238, 1891.

— —: Sur quelques Isariées entomophytes. — Compt. rend. séances Soc. Biologie, **44**, 435—438, 1892.

— —: A propos de l'*Isaria densa*. — Journ. Agr. pratique, Part. 2, 679, 1893.

Glasgow, R. D.: New intermediary insect host records for the giant thornheaded worm of swine. Phyllophaga rugosa an intermediary host, and the adult beetle a carrier. — Annals Entom. Soc. America **19**, 252—254, 1926.

Goethe, F.: Beobachtungen und Untersuchungen zur Biologie der Silbermöve (*Larus* a. *argentatus* Pontopp.) auf der Vogelinsel Memmertsand. — Journ. Ornithologie **85**, 1—119, 1937.

Goffart, H.: Wenig bekannte Feinde der Maikäferengerlinge. — Landw. Wochenblatt. Genossenschaftl. Mitt. Schleswig-Holstein, 83. Jg., 413—414, Kiel 1933.

— —: Beobachtungen über das Auftreten von *Rhabditis lambdiensis* Maupas. — Zeitschr. Pflanzenkr. **47**, 298—301, 1937.

Gouin, H.: Le parasite du ver blanc. — Journ. Agr. pratique, 58. Jg., T. I, 49—50, 1894.

Grandeau, L.: Le ver blanc et ses ravages. — Journ. Agr. pratique, 58. Jg., T. I, 46—49, 1894.

Guerin-Méneville, —: (Ein Helminth in *Melolontha vulgaris*). — Soc. entomol. France **5**, 3. sér., 143, 1857.

Haenel, K.: Maikäferplage und Vogelschutz. — Zeitschr. angew. Entom. **5**, 34—42, 1919. — Ref.: Zeitschr. Pflanzenkr. **29**, 1919, 232—233.

Hauchecorne, F.: Ökologisch-biologische Studien über die wirtschaftliche Bedeutung des Maulwurfs (*Talpa europaea*). — Zeitschr. Morphologie u. Ökologie der Tiere **9**, 439—571, Berlin 1927.

Haug, —: Schaden an Feldgewächsen durch Engerlinge. — Hess. Landw. Zeitschr., 90. Jg., 329, 1920.

Hayn, —: (Die Vertilgung der Maikäfer.) — Kritische Blätter Forst- u. Jagdwissenschaft **30**, H. 2, 161—179, 1851.

Hochhuth, J. H.: Enumeration der in den russischen Gouvernements Kiew und Volhynien bisher aufgefundenen Käfer. IV Scarabaeidae. — Bull. Soc. Imp. Naturalistes Moscow, Tome XLVI, 124—164, 1873.

Höricht, W.: Die Bedeutung des Maulwurfs für die Land- und Forstwirtschaft. — Die kranke Pflanze, **14**, 129—131, 1937.

Jacoby, R.: Die Engerlingplage in Schleswig-Holstein. — Landw. Wochenbl. Genossensch. Mitt. Schleswig-Holstein, 83. Jg., Nr. 17, 222—223, Kiel 1933.

— —: Jetzt die Bekämpfung der Maikäferplage vorbereiten! — Landw. Wochenbl. Schleswig-Holstein, 83. Jg., 813, 1933.

Jonas, —: (Starkes Auftreten von Engerlingen). — Zeitschr. Landw.-Kam. Niederschlesien, 37. Jg., 974, 1933.

— —: Zur Bekämpfung von Engerlingen und Maikäfern.— Zeitschr. Landw.-Kam. Niederschlesien, 37. Jg., 1094, 1933.

Judeich, J. F. u. Nitsche, H.: Lehrbuch der mitteleuropäischen Forstinsektenkunde. Bd. 1. Berlin 1895.

*Karpínski, J.: Próby walki z chrabąszczem (*Melolontha* sp.) za pomocą grzyba *Beauveria densa* Pic. (Versuche zur Bekämpfung des Maikäfers (*Melolontha* sp.) mit Hilfe des Pilzes *Beauveria densa* Pic.) — Roczn. Nauk. rol., xli, 2, 383—386, 1937. (Deutsche Zusammenfassung.) — Ref.: 1) R. a. M. **16**, 1937, 530, 2) R. a. E. **25**, 1937, 608.

*Kaysing, —: „Erläuterung" der Entwicklung des Feldmaikäfers in Mecklenburg. (Flugschrift). Schönberg i. M. 1938, 2 S.

— —: Schädlinge der Land- und Forstwirtschaft im Lande Mecklenburg, ihre Entwicklung und naturgemäße Bekämpfung. Lehmann & Bernhard, Schönberg i. M. 1938, 32 S.

Klippstein, —: Schaden durch Engerlinge im Rüsselsheimer Gemeindewald der Großherzoglich Hessischen Oberförsterei Mönchbruch. — Forstw. Centralbl., 8. Jg., 536—538, 1886.

Köllar, V.: A treatise on Insects injurious to gardeners, foresters and farmers. London 1840.

Köppen, F. Th.: Die schädlichen Insekten Rußlands. — Petersburg, 8°, 1880.

Kofahl, H.: Maikäferplage. — Deutsche Landw. Presse, 65. Jg., 315, 1938.

Kornauth, K.: Über die Bekämpfung tierischer landwirtschaftlicher Schädlinge mit Hilfe von Mikroorganismen. — Zeitschr. landw. Versuchswesen Österreich, 7. Jg., 365—387, Wien 1904.

Krasilshtshik, J.: La Graphitose et la septicémie chez les insectes. — Mém. Soc. zool. France **6**, 245—285, 1893. — Ref.: Zeitschr. Pflanzenkr. **5**, 1895, 36.

*— —: La lutte contre les insectes nuisibles à l'aide de leurs parasites. — Extrait du progrès agricole et viticole, Montpellier 1896.

Laboulbène, —: (Mermis in *Melolontha*-Larven). — Soc. entom. France **5**, 3. sér., CXLIV, 1857.

Lakon, G.: Die insektentötenden Pilze (Mykosen). — Escherich, K.: Die Forstinsekten Mitteleuropas, **1**, 258—291, Berlin 1914.

Lampa, S.: En Parasit funnen på ollonborrelarver. — Entomol. Tidskrift, 12. Jg., 62—63, 1891. (Entomol. Nachrichten, 18. Jg., 190 und 191, 1892.

Laske, —: Bemerkungen zum Artikel Jonas über *Botrytis tenella*. — Zeitschr. Landw.-Kam. Niederschlesien, 37. Jg., 974, 1933.

Léizour, H.: Destruction du hanneton et du ver blanc. — Journ. Agr. pratique, 55. Jg., 2. Teil, 419—420, 1891.

— —: Le parasite des vers blancs. — Journ. Agr. pratique, 55. Jg., 2. Teil, 74—75, 1891.

*Le Moult, —: Le parasite du hanneton. — Compt. rendus de l'Académie des Sciences **111**, 653—655, 1890.

— —: Le parasite du hanneton. — C. R. Acad. Sciences **112**, 1081—1083, 1891.

— —: Le parasite du hanneton. — C. R. Acad. Sciences **113**, 272—274, 1891.

— —: Les parasites du Hanneton. — Journ. Agr. pratique, 55. Jg., 1. Teil, 787—788, 1891.

*— —: Destruccion de insectos. 191. — Rivista del Instituto Agricola Catalan de San Isidro **62**, 191, 1913. — Ref.: R. a. E. 1913, 316.

*— —: Le hanneton et son parasite. — Compt. rend Acad. d'Agric. de France **8**, 21, 596—601, 1922. — Ref.: R. a. M. **1**, 1922, 355.

— —: La destruction des Insectes nuisibles par les parasites végétaux. — Rev. Bot. appl. et Agr. col. **3**, 81—102, 1923.

— —: De l'utilisation des infiniment petits pour la destruction des insectes nuisibles dont le Hanneton et sa larve. Sep., 23 S., Amiens 1925.

*Leverkühn, P.: Das Sterben der Möven in der Kolonie von Borkum. — Ornith. Monatsschrift **9**, 267—268, 1884.

Liebscher, W.: Die Verwertung der Maikäfer. — Das Weinland, 5. Jg., 80—81, Wien 1933.

Link, H. F.: Observationes in Ordines plantarum naturales. Diss. I. — Magazin Ges. Naturforsch. Freunde, 3. Jg., 1—42, Berlin 1809.

— —: Über die Gattung *Sporotrichum*. — Jahrbücher Gewächskunde **1**, 163 bis 183, 1820.

*List, —: Sc. angl. pag. 379.

Loos, K.: Der Kampf gegen die Maikäfer und Engerlinge mit besonderer Berücksichtigung der Vogelwelt. — Zeitschr. angew. Entom. **4**, 1—15, 1918. — Ref.: Zeitschr. Pflanzenkr. **29**, 77—78, 1919.

Luginbill, Ph.: Control of Common White Grubs in Cereal and Forage Crops. — Farmers' Bull., No. 1798. U.S. Dep. of Agric., Washington, D.C., 19 S., 1938.

Mammen, G.: Kampf gegen Maikäfer und Engerling. — Mitt. Landwirtschaft, 53. Jg., 213—214, 1938.

(Marosi, —): Mittheilung über die Wirkung des Engerlinge vertilgenden Schimmelpilzes *Botrytis tenella*. — Die Weinlaube, 42. Jg., 450, 1892.

Mansfeld, K.: Über die Nahrungsaufnahme insektenfressender Vögel während eines Maikäferjahres. — 29. Jahresbericht der Vogelschutzwarte Seebach. 1936/37, S. 11—15.

Masera, E.: Le malattie infettive degli insetti e loro indice bibliografico. Bologna 1936, 343 S.

Maß, G.: Der Star als Engerlingsvertilger. — Forstw. Centralbl. **44**, 121—122, 1922.

Mayer, —: Praktische Erfahrungen über das Impfen der Engerlinge mit *Botrytis tenella*. — Württemberg. Wochenblatt für Landwirtschaft, 16. Jg., 77—78, Stuttgart 1893.

Meyer, A.: Acanthocephala. — Bronn, —: Klassen und Ordnungen des Tierreichs **4**, Vermes. 2. Abt., 2. Buch, 1—582, Leipzig 1933.

Naumann, —: Naturgeschichte der Vögel Mitteleuropas. Neu bearbeitet von C. R. Hennicke. **4**. Gera-Untermais.

*Noll —: Stammesgenossenschaften unserer Vögel. — Schweiz. Archiv f. Ornithol. **1**, 5, 176—191, 1934.

Olivier, —: Encyclopédie méthodique. Histoire naturelle. Insectes. Tome VII, Part. 1, Paris 1792.

*Paillot, A.: Les microorganismes parasites des insectes, leur emploi en Agriculture. — Ann. Service Épiphyties **2**, 188—232, Paris 1915.

— —: Existence de plusieurs variétés et races de coccobacilles dans les septicémies naturelles du Hanneton. — Compt. rend. hebd. des séances Acad. Sciences **163**, 531—534, 1916.

— —: Les Coccobacilles du Hanneton. Action pathogène sur quelques chenilles de Macrolépidoptères. — Compt. rend. des séances et Mém. Soc. Biol., 68. Jg., 1102—1103, 1916.

— —: Microbes nouveaux parasites du Hanneton. — C. r. hebd. séances Acad. Sciences **163**, 772—774, 1916.

— —: Microbes nouveaux, parasites du Hanneton. Action pathogène sur chenilles de Vanessa urticae, Lymantria dispar et sur Vers à soie. — Compt. rend hebd. séances et Mém. Soc. Biol., 80, 56—58, 1917.

*Paillot, A.: Coccobacilles nouveaux parasites du Hanneton. — Compt. rend. hebd. des séances Acad. Sciences **167**, 1046—1048, 1918.

Pechuel-Loesche, —: s. Brehms Tierleben 1892.

*Perraud, J.: Essais sur la destruction du hanneton et du ver blanc par le *Botrytis tenella.* — Rev. de la Station viticole de Villefranche **2**, 129—137, ? 1892 od. 1893. — Ref.: Zeitschr. Pflanzenkr. **3**, 1893, 40.

Persoon, C. H.: Mycologia europaea I, 356 + 2 S., Erlangen 1822.

Petch, T.: Notes on entomogenous fungi. — Trans. Brit. Mycol. Soc. **16**, 55—75, 1931. — Ref.: R. a. M. **11**, 1932, 179.

— —: Notes on entomogenous fungi. — Trans. Brit. Mycol. Soc. **19**, 161—194, Cambridge 1934.

— —: Cordiceps militaris and Isaria farinosa. — Transact. Brit. Mycol. Soc. **20**, 216—224, London 1936.

— —: Notes on Entomogenous Fungi. — Transact. Brit. Mycol. Soc. **21**, 34—67, 1937.

Pettit, R. H.: Studies in artificial cultures of entomogenous fungi. — Bull. 97 Cornell Univ. Agr. Exp. Station, 336—378, Ithaka, N. Y., 1895.

Pfeil, W.: Insektensachen. — Kritische Blätter Forst- u. Jagdwissenschaft **10**, 86—134, 1836.

— —: Die Vertilgung der Maikäfer. — Kritische Blätter Forst- u. Jagdwissenschaft **25**, 133—149, 1848.

*Plieninger, Th.: Der Maikäfer als Larve und Käfer. Stuttgart und Tübingen 1834. J. G. Cotta'sche Buchhandlung.

Prillieux, — et Delacroix, —: Champignon parasite de la larve du Hanneton. — Journ. Agr. pratique, 55. Jg., T. 1, 760—761, 1891.

— —: Le Champignon parasite de la larve du hanneton. — Compt. rend. Séances Acad. Sciences **112**, 1079—1081, 1891.

— —: Sur la muscardine du ver blanc. — C. R. Acad. Sciences **113**, 158—160, 1891.

Raspail, X.: Les années à hannetons (cycle uranien) en décroissance depuis le commencement du siècle. — Bull. Soc. zool. France **36**, 158—169, 1911.

Reinmuth, E.: Zum kommenden Maikäferflug. — Mecklenbg. Landw. Wochenschrift, 18. Jg., 103—104, 1934.

v. Richthofen, P.: Zur Maikäferplage. — D. Landw. Presse, **65**, 289—290, 1938.

Rickert, J. M.: Der Streit um die Krähe. — D. Ldw. Presse, Jg. 65, 252, 1938.

Ritzema-Bos, J.: Tierische Schädlinge und Nützlinge. — Berlin 1891.

Rörig, G.: Die Krähen Deutschlands in ihrer Bedeutung für Land- und Forstwirtschaft. — Arb. Biol. Abt. Land- u. Forstwirtschaft K. Gesundheitsamt **1**, 285—400 + (1—151), Berlin 1900.

— —: Tierwelt und Landwirtschaft. Stuttgart 1910, Verlag E. Ulmer.

Roericht, O.: Engerlingsplage. — Zeitschr. Landw.Kam. Schlesien, 28. Jg., 1216, 1924.

Roumeguère, C.: Les sphériacées entomogènes. — Revue mycologique **6**, 150—154, Paris und Berlin 1884.

Saccardo, P. A.: Fungi italici. Fasc. 17—28. Patavii 1881.

— —: Sylloge fungorum. **2**, Patavia 1883.

— —: Sylloge fungorum. **4**, Patavia 1886.

Schaeffer, —: Ein die Maikäferlarve tödtender Pilz. (*Botrytis tenella.*) — Zeitschrift Forst- u. Jagdwesen, 25. Jg., 85—90, 1893.

Schrage, R.: Aus dem Leben verkannter Tiere. — Zeitschr. Forst- u. Jagdwesen, **51**, Nr. 4, 190—201, 1920. — Ref.: R. a. E. 1920, 141.

Seaver, F. J.: The Hypocreales of North America. A Thesis. 230 S., New York 1912.
Sorauer, — u. Hollrung, —: Jahresbericht des Sonderausschusses für Pflanzenschutz. — Arb. Deutsch. Landwirtschafts-Ges., H. 60, Berlin 1901, H. 82, Berlin 1903.
Spiegel von und zu Peckelsheim, —: Rationelle Geflügelzucht als gute Einnahmequelle für die Förstersfrau. 3. Aufl., Neudamm 1909.
Stellwaag, F.: Die Schmarotzerwespen (Schlupfwespen) als Parasiten. — Monographien z. angew. Entom., Beiheft 2 zu **7**, Nr. 6, 75, 1921.
Tarnani, J. K.: (Über Parasiten der Engerlinge). (Russisch). — Horae soc. entom. ross. **34**, Bull. pg. XLIV—L, 1900.
— —: (Parasiten des Maikäfers *Melolontha vulgaris* F.) (Russisch.) — Horae soc. entom. ross. **35**, Bull. pag. LXIX—LXX, 1902.
Thiem, H.: Zur Gestaltung der Maikäferbekämpfung. — Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzdienst, Nr. 2, 9—11, 1938.
von Vietinghoff von Riesch, A.: Das Verhalten palaearktischer Vögel gegenüber den wichtigeren forstschädlichen Insekten. Forts. und Schluß. — Zeitschr. angew. Entom. **11**, 327—352, 1925.
*Vivien, —: (Über Bekämpfung schädlicher Insekten, z. B. der Engerlinge, mittels Pilzen.) — Bull. comice agricole de Saint-Quentin, 37, 1889.
Vogel, R.: Über eine Engerlingskalamität und einige Feinde des Engerlings. — Forstl. Wochenschr. Silva, H. 50, 357—361, Tübingen 1921.
Weckwerth, W.: Zur Maikäferfrage. — Deutscher Förster, 15. Jg., 215—217, Berlin 1933.
*Zweigelt, F.: Die Verbreitung der Maikäfer in Niederösterreich und ihre Bekämpfung im Jahre 1912. — Verhandl. 3. Tagung Österreich. Obstbau- u. Pomologen-Ges. Wien 1912, 88 S., Wien 1913. — Ref.: Zeitschr. Pflanzenkr. **24**, 1914, 436.
— —: Maikäfer — Rück- und Ausblicke. — Allgem. Wein-Zeitung, 470—474 und 494—496, Wien 1915.

Mermithiden als Parasiten des Kartoffelkäfers (Leptinotarsa decemlineata Say).

Von R. Abraham,

Kartoffelkäfer-Abwehrdienst Heidelberg.

Mit 5 Abbildungen.

Seit dem ersten Auftreten des Kartoffelkäfers in Europa wurden in den befallenen Ländern nicht nur die Methoden der chemischen Bekämpfung des Schädlings verbessert, sondern man versuchte auch Aufschluß über seine natürlichen Feinde, besonders über seine Parasiten, zu gewinnen. Als solche werden in der Literatur angeführt: der Pilz *Beauveria effusa* Vuill., ferner Hymenopteren und Tachinen.

Parasitische Würmer scheinen bisher bei *Leptinotarsa decemlineata* noch nicht beobachtet worden zu sein. Es soll daher in der vorliegenden

Abhandlung über einen Fall des Auftretens von Mermithiden beim Kartoffelkäfer berichtet werden.

Deutschland gehört glücklicherweise heute noch zu den europäischen Ländern, in denen der Kartoffelkäfer nicht heimisch geworden ist. Zwei Jahre lang ist es bereits gelungen, alle, dank eines wohlorganisierten Suchdienstes, festgestellten Herde auszutilgen. Zur Verhütung der Verschleppung ist in Deutschland die Haltung und Zucht des Schädlings und seiner Entwicklungsstadien verboten. Versuche am lebenden Objekt — in diesem Fall an Larven, Puppen und Käfern — konnten daher nicht durchgeführt werden. Das bei der Austilgung eines Herdes gewonnene Material gestattete jedoch immerhin einige Untersuchungen, deren Mitteilung sowohl für den Entomologen als auch für den Mermithidenforscher von Interesse sein dürfte.

Am 24. Juli 1937 wurden in Liedolsheim (Baden) auf einem Kartoffelfeld (Sorte „Altgold") einige ältere Larven und Vollkerfe des Kartoffelkäfers entdeckt. Bei näherer Untersuchung durch einen Sachverständigen des Kartoffelkäfer-Abwehrdienstes konnten am Tag der Entdeckung 19 Käfer und Larven von den Pflanzen abgesammelt werden. Im Boden fanden sich 2 Larven, 6 Puppen und 10 Käfer. Am 25. Juli konnten bereits um 9 Uhr weitere 4 Käfer auf den Pflanzen festgestellt werden. Die sofort durchgeführte Bodensiebung förderte noch 14 Larven, 15 Puppen und 4 Käfer zutage. In der Folge wurden auf den Pflanzen weder Käfer noch Larven gefunden, dagegen brachte der 26. Juli nochmals eine Siebausbeute von 2 Käfern.

Bei allen gefundenen Käfern handelte es sich einwandfrei um Jungtiere. Bei einem Teil der im Boden gefundenen Käfer war das Chitin der Flügeldecken noch nicht erhärtet. 24 Käfer waren Weibchen, 15 Männchen.

Zu Demonstrationszwecken wurden zwei der am 25. Juli 1937 im Boden gefundenen Larven in einem Glasröhrchen isoliert. Sie wurden vor und während der Durchführung der Bekämpfungsarbeiten den Arbeitern und der übrigen Bevölkerung, die, wie stets bei Beginn der Arbeit, in der Nähe des Herdes versammelt war, gezeigt. Nach einigen Stunden sah ich, daß aus einer der Larven eine Mermithide auszutreten begann. Nach Beendigung der ersten Bekämpfungsmaßnahmen stellte ich fest, daß inzwischen ein weiterer Wurm ausgetreten war. Beide Larven erschienen stark geschwächt und kaum noch lebensfähig.

Die Würmer wurden lebend aufbewahrt, die Wirte jedoch in Alkohol abgetötet. Alle übrigen Larven sowie die Puppen und Käfer, die bereits konserviert waren, konnten für eine spätere Untersuchung zurückgestellt werden. Leider wurde dieselbe durch Anhäufung von Arbeit immer wieder verschoben, so daß es erst im Winter 1937/1938 möglich wurde, einen Überblick über den Grad der Parasitierung zu gewinnen. Von den

39 Käfern konnten 31 untersucht werden. In 10 von ihnen fanden sich Mermithiden, von insgesamt 19 Puppen waren 7 parasitiert und unter 19 Larven, die sämtlich kurz vor der Verpuppung standen, fanden sich 13 Tiere mit Würmern. Bei Larven und Puppen, die beim Aussieben leicht verdrückt werden, ließ sich die Parasitierung schon gleich auf dem Herd feststellen.

Die Anzahl der Parasiten in den Wirtstieren schwankte erheblich, während sich in den meisten Käfern nur je 1 Wurm fand — nur in einem Fall konnten 2 Parasiten zugleich in der Leibeshöhle eines ♂ festgestellt werden —, enthielten die Larven und Puppen in der Mehrzahl 1—4 Parasiten. Es wurde aber auch eine ♀-Puppe gefunden, deren Leibeshöhle 7 Mermithiden enthielt. Diese Puppe fiel schon äußerlich durch ihre Größe und Gedrungenheit auf. Die dem Wirtstier entnommenen Mermithiden-Larven waren 47, 50, 61, 63, 79, 82 und 88 mm lang, besaßen also zusammen eine Länge von 47 cm. Ihr Durchmesser betrug 0,17—0,25 mm. Gegenüber der Masse der zusammengeknäuelten Parasiten erschien der übrige Inhalt der Leibeshöhle einschließlich der Muskulatur nur gering.

Die Präparation ergab unterschiedliche Befunde hinsichtlich der Lage der Mermithiden innerhalb der Wirte. Bei den Larven fanden sich die Würmer in allen Abschnitten der Leibeshöhle sowie im basalen Teil der Extremitäten. Auch die Leibeshöhle der Puppen war angefüllt von den Windungen der Parasitenkörper. Bei den Käfern waren die Würmer mehr auf den abdominalen Teil der Leibeshöhle beschränkt. Nur in zwei Fällen konnten Mermithiden auch im Thorax festgestellt werden.

Die Abbildungen 1 und 2 stellen Längsschnitte durch parasitierte Larven im 4. Stadium dar. Sie zeigen deutlich, daß die Windungen des Mermithidenkörpers sich in allen Teilen der Leibeshöhle des Wirtes finden (W). Abb. 2 läßt die Lage von 2 Mermithiden innerhalb des Wirtskörpers erkennen. Die Lage der Vorder- und Hinterenden der Würmer im Wirt scheint in allen Fällen verschieden zu sein. Doch glaube ich sagen zu können, daß im allgemeinen die Hauptmasse des Wurmkörpers mehr dorsal gelegen ist. In einem Fall lag ein Wurm in spiraligen Windungen dorsal vom Darm, während die übrige Leibeshöhle durch zwei weitere Mermithiden gefüllt wurde.

Wie weit die Würmer in die basalen Teile der Extremitäten eindringen, geht aus Abb. 3 hervor. Hier ist die Muskulatur des Basalgliedes einer mittleren Larvenextremität nahezu vollständig verdrängt durch die Schlinge eines Parasitenkörpers. Ein beim Aussieben der Larven hervorgerufener Druck dürfte zum Zerreißen der Gelenkhaut und zum Austritt des Wurmes an dieser Stelle geführt haben. Auch bei nicht beschädigten Larven fanden sich bei der Präparation Teile von Parasiten in den basalen Abschnitten der Extremitäten.

Die große Zahl der Würmer im Wirtskörper und ihre im Vergleich zum Wirtstier sehr große Länge gaben Veranlassung, besonders auf Schädigungen der inneren Organe sowie des gesamten Organismus des Wirtes zu achten.

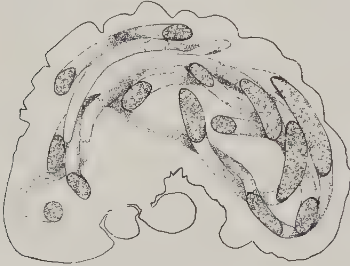


Abb. 1. Längsschnitt durch eine von zwei Mermithiden parasitierte Larve im 4. Stadium. Die Windungen der Wurmkörper an mehreren Stellen durch- und angeschnitten. — Vergr. etwa 6 mal.

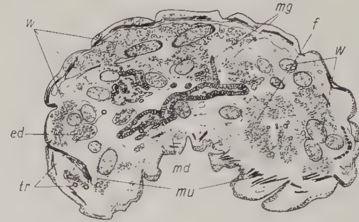


Abb. 2. Längsschnitt durch eine von einer Mermithide parasitierte Larve im 4. Stadium. — W = Schnitte durch den Körper des Parasiten, md = Mitteldarm, ed = Enddarm, mg = Malpighische Gefäße, f = Fettkörper, mu = Muskulatur, tr = Tracheen des Wirts. — Vergr. etwa 6 mal.

Bei parasitierten Larven konnte festgestellt werden, daß der Fettkörper, der bei der Präparation verpuppungsreifer normaler Larven in größter Menge vorhanden ist, vermindert war. Aus Zeitmangel war eine gründliche vergleichsweise Untersuchung von Genitalanlagen gesunder und parasitierter Larven nicht möglich. Die Muskulatur von mit Mermithiden behafteten Larven war besonders im vorderen Körperabschnitt wesentlich schwächer ausgebildet als bei normalen Larven des gleichen Alters.

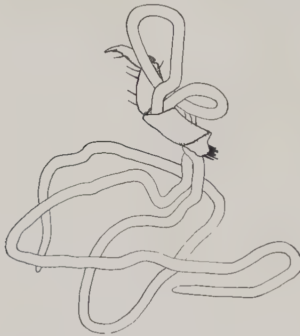


Abb. 3. Mittlere Extremität einer Larve im 4. Stadium mit austretender Mermithide. — Vergr. etwa 6 mal.

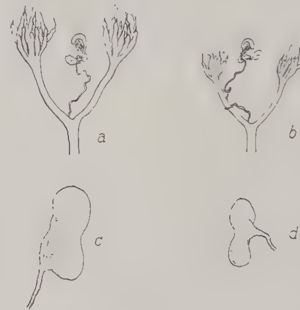


Abb. 4. Ovarien und Hoden normaler und parasitierter Jungkäfer. — a = normales Jungweibchen, b = parasitiertes Jungweibchen, c = normales Jungmännchen, d = parasitiertes Jungmännchen. — Vergr. etwa 10 mal.

Daß durch Eintreten von Parasiten in die Extremitäten die Muskulatur derselben verdrängt bzw. geschwächt werden kann, wurde schon

erwähnt. Die auffallende Trägheit der von mir während einiger Stunden beobachteten parasitierten Larven möchte ich auf diese Muskulaturschädigungen zurückführen. Alle infizierten Larven besaßen ein stark angeschwollenes Abdomen. Es gelang später unschwer, aus dem in Alkohol aufbewahrten Material die parasitierten Tiere herauszusortieren.

Bei den Puppen konnte wegen der weniger guten Erhaltung des Materials, das schon beim Aussieben aus dem ziemlich schweren Boden zum Teil zerdrückt wurde, eine Schädigung bestimmter Organsysteme nicht festgestellt werden. Auch in diesem Stadium war die Parasitierung bereits äußerlich erkennbar durch die Größe des Abdomens. Ob das von mir bei fast allen parasitierten Individuen beobachtete Abspreizen der Flügelscheiden und eines Teils der Extremitäten auf den Befall zurückzuführen war, ließ sich nicht mit Sicherheit entscheiden. Jedenfalls habe ich diese Erscheinung bei gesunden Puppen niemals beobachtet.

Die Untersuchung von Käfern zeigte, daß die Menge des vorhandenen Fettkörpers bei parasitierten Tieren nicht oder kaum geringer ist als bei normalen Jungkäfern. Dagegen konnte in mehreren Fällen eine deutliche Schädigung des Geschlechtsapparates festgestellt werden. Abb. 4 gibt in grob schematischer Darstellung die Größenverhältnisse von männlichen und weiblichen Geschlechtsapparaten bei normalen und parasitierten Jungkäfern wieder. Während die Ausbildung des Receptaculum seminis bei beiden Weibchen etwa gleich ist, bleiben die Ovarien des parasitierten Tieres an Größe weit hinter denen der normalen zurück. Ebenso deutlich ist der Unterschied zwischen den Hoden normaler und infizierter Männchen.

Ganz besonders auffallend war bei einigen mit Würmern behafteten Käfern die kümmerliche Ausbildung der Muskulatur im Thorax. Bei diesen Tieren enthielt der Thorax nach Entfernung der Parasiten nur einige dünne Muskelstränge. Vor allem waren die Flügelmuskeln stark reduziert.

Auch die parasitierten Käfer zeigten ein dick geschwollenes Abdomen. Bei zwei Tieren klafften die Flügeldecken an der Spitze auseinander. Bei einem Vergleich aller in Liedolsheim gefundenen Jungkäfer mit anderen zeigte sich jedoch, daß die ersteren im Durchschnitt nicht die normale Körpergröße erreicht hatten. Beachtenswert erscheint mir vor allem die Tatsache, daß ich in Liedolsheim das kleinste Weibchen fand, das ich bisher unter dem gesamten von mir untersuchten Material der verschiedensten Herde gesehen habe.

Das Verhalten parasitierter Puppen und Käfer konnte nicht weiter beobachtet werden, da die Tiere den Vorschriften entsprechend bald nach dem Auffinden in Alkohol abgetötet wurden. Die beiden zu Demonstrationszwecken lebend aufbewahrten Larven (vgl. Seite 508) fielen zwar durch ihre Trägheit auf, doch kann diese Erscheinung auf die

kurz bevorstehende Verpuppung zurückgeführt werden. Wichtiger dürfte die Beobachtung sein, daß einige Puppen und Jungkäfer in sehr geringer Bodentiefe gefunden wurden.

Abb. 5 zeigt eine Larve im 4. Stadium, aus deren Hinterende eine Mermithide austritt. Der Vorgang des Austretens hat höchstens eine halbe Stunde, wahrscheinlich aber kürzere Zeit gedauert. Auch bei einer Puppe, die sofort nach dem Auffinden in Alkohol abgetötet wurde, wurde später ein am Hinterende austretender Wurm festgestellt. Aus einer anderen Puppe ragte dorsal zwischen dem 3. und 4. Abdominalsegment das Vorderende eines Parasiten heraus. Da die Puppe jedoch beim Aussieben stark gequetscht wurde, bestehen Zweifel, ob das Austreten des Wurmes in diesem Fall auf normale Weise erfolgt ist.



Abb. 5. Larve im 4. Stadium mit austretender Mermithide. — Vergr. etwa 5 mal.

Die Bestimmung terrikoler Mermithiden ist äußerst schwierig. Um so dankbarer bin ich Herrn Dr. W. Schneider, Krefeld-Hülserberg, der sich auf Anregung von Herrn Prof. Blunck der Determinierung der Art angenommen hat. Die Arbeit ist noch nicht abgeschlossen. Schon jetzt ist aber sichergestellt, daß die Larven unzweifelhaft zu *Hexamermis* gehören. *H. albicans* (v. Siebold) ist allerdings ausgeschlossen. Herr Dr. Schneider schreibt im übrigen am 14. 8. 38 an Prof. Blunck: „Die Cuticula ist sehr dünn und entbehrt völlig der Kreuzfaserung . . . Da die übrigen Arten, so weit ich sehe, schon als kleinere Larven die Hautstruktur zeigen, glaube ich, annehmen zu dürfen, daß die Kreuzfaserung auch dem erwachsenen Tier fehlt. Dann handelte es sich um eine neue Art . . .“.

Bei der Frage nach der Bedeutung, die diese Feststellung eines neuen Parasiten bei *Leptinotarsa decemlineata* hat, muß man sich von vornherein klar sein, daß Mermithiden zwar häufig als Insektenparasiten vorkommen, daß sie jedoch auf den Massenwechsel nur einen ganz geringen Einfluß ausüben. Immerhin erschien es mir bei der Unkenntnis, die zur Zeit noch über die Lebensweise des Kartoffelkäfers besteht, angebracht, die Beobachtungen zu veröffentlichen.

Es ist durchaus denkbar, daß eine derartig starke Parasitierung, wie sie in Liedolsheim 1937 festgestellt wurde, die Vermehrung des Schädlings lokal merklich einzuschränken vermag. Ob das durch die Parasiten hervorgerufene Verkümmern des Geschlechtsapparates zu gänzlicher Unfruchtbarkeit führen kann, muß späteren Untersuchungen vorbehalten bleiben. Ebenso müßte geklärt werden, ob die parasitierten

Käfer flugfähig sind. Es wäre ferner denkbar, daß infolge der Schwächung der Muskulatur der Extremitäten die Larven außerstande sind, sich an den Nährpflanzen festzuhalten, oder aber, daß die Tiere sich aus dem gleichen Grunde nur oberflächlich einzugraben vermögen und so der Austrocknung oder tierischen Feinden leichter erliegen.

Aber auch dann, wenn wir von einer Bedeutung für die Kartoffelkäfer-Bekämpfung ganz absehen, bietet der Fund Interesse. Er ermöglicht eine Entscheidung über die Frage, ob Mermithiden als Parasiten auf einen ganz bestimmten Wirt beschränkt sind, oder ob eine Art verschiedene Wirte haben kann.

Während ein Teil der Mermithiden-Forscher (v. Linstow 1899, v. Siebold 1854 und Hagmeier 1912) mehrere Wirte anzunehmen geneigt ist, steht Müller (1931) auf dem Standpunkt, daß jede *Mermis*-Art ihren speziellen Wirt besitzt, oder daß sie nur nahe verwandte Arten zu parasitieren vermag. Er stützt sich auf eine Reihe von Beobachtungen, wo stets nur eine bestimmte Insektenart parasitiert war, obwohl andere, die sich ebensowohl als Wirtstiere geeignet haben dürften, am gleichen Ort zahlreich waren. Müller führt als Beweis für die Richtigkeit seiner Auffassung die Untersuchungsergebnisse von Steiner (1918), Cobb, Steiner und Christie (1924) u. a. m. an.

Da *Leptinotarsa decemlineata* bestimmt 1937 zum erstenmal bei Liedolsheim auftrat, da die vorhandenen Tiere ferner sämtlich als die Nachkommen eines einzigen zugeflogenen Weibchens angesehen werden müssen, so besteht nur die Möglichkeit, daß die Mermithiden sich bereits an der Fundstelle aufhielten, ehe sich der Kartoffelkäfer dort einfand.[1]) Welches andere Insekt ihnen dort vorher als Wirt gedient hat, ließ sich nicht feststellen. Alle in der nächsten Umgebung gesammelten Insekten und deren Larven erwiesen sich als nicht parasitiert. Möglicherweise stellt die dort häufige *Limax agrestis* den Hauptwirt dar.

Aus Zeitmangel und infolge der Entseuchung des Bodens der Fundstelle mittels Schwefelkohlenstoffes konnten eingehendere Bodenuntersuchungen nicht durchgeführt werden.

Benutzte Schriften.

1. Hagmeier, A.: Beiträge zur Kenntnis der Mermithiden. — Zool. Jahrb., Abt. Systematik, **32**, 1912.
2. Müller, G. W.: Über Mermithiden. — Z. Morph. u. Ökol. d. Tiere, **24**, 82—147, 1931.
3. Wülker, G.: In Schulze: Biologie der Tiere Deutschlands, Lfg. 11, Teil 8, 1924.

[1]) Nachdem die Mitteilung bereits in Druck gegeben war, teilte Herr Dr. Mäder vom Kartoffelkäfer-Abwehrdienst einen weiteren Fall des Auftretens einer *Mermis* beim Kartoffelkäfer mit. Aus einem in der Gemarkung Großsachsen a. d. Bergstraße ausgesiebten Käfer schlüpfte am 4. 8. 1938 ein Wurm, dessen Bestimmung infolge der Kürze der Zeit leider nicht mehr erfolgen konnte.

Über Giftwirkung und Gifte im Pflanzenschutz.

Von Walther Trappmann.

(Prüfstelle für Pflanzenschutzmittel und -geräte
der Biologischen Reichsanstalt.)

Die Ausarbeitung neuzeitlicher Schädlingsbekämpfungsmittel setzte um die Mitte des vorigen Jahrhunderts ein, als der steigende Wert der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen und ihrer Erzeugnisse zur wirtschaftlichen Betriebsweise zwang und damit auch die Notwendigkeit einer geregelten Schädlingsbekämpfung mit sich brachte.

War das erste Auffinden der neuen Mittel auch zufällig und das spätere Suchen rein empirisch, so hat seit 1920 eine systematische Ausarbeitung brauchbarer Mittel unter Berücksichtigung der Lebensweise der Schädlinge, der Forderungen des praktischen Pflanzenbaues und der in den einzelnen Ländern zur Verfügung stehenden Roh- und Giftstoffe eingesetzt. Nicht immer sind die in unübersehbarer Zahl veröffentlichten Versuchsergebnisse zuverlässig und die mit vieler Reklame angepriesenen Mittel brauchbar. Teils sind die angewandten Methoden noch zu grob, teils hat man es immer noch zu viel dem Zufall überlassen, beim blinden Durchproben vieler hunderter Zubereitungen einmal einen Glückstreffer zu haben. Es ist aber festzustellen, daß seit einigen Jahren man auch im Pflanzenschutz bestrebt ist, die Ergebnisse chemisch-physiologischer Forschungen über Gifte und Giftwirkung auszubauen und sie für die weitere Ausarbeitung neuer Mittel als Grundlage zu benutzen.

I. Physiologie der Zelle.

Die Schadwirkung der Gifte setzt an der lebenden Zelle an, die Kenntnis ihres Aufbaues und ihrer Funktion und der in ihr ablaufenden physiologischen Vorgänge ist daher grundlegend wichtig[1]).

Die lebendige Zelle ist ein polydisperses Kolloidsystem, das in erster Linie aus Eiweißkörpern (Proteinen, Albuminosen), Eiweißverbindungen (Proteiden) und Spaltungsprodukten der Eiweißkörper besteht, häufig noch Kohlehydrate und Fette enthält und als anorganische Bestandteile immer Wasser, Salze und Gase führt. Für die Zellphysiologie ist es wichtig, daß die Eiweißkörper je nach Organismus, Gewebeart und Zellart verschieden sind und die mannigfaltigsten Komplex-Moleküle darstellen, deren Atomgruppen von den verschiedenartigsten Aminosäuren gebildet werden, von denen viele zugleich noch aromatische Gruppen oder auch Kohlehydrate enthalten. Weiter ist es

[1]) Literatur siehe: Heidemanns, Pütter, Verworn (im Literaturverzeichnis).

wichtig, daß die echten Eiweißkörper durch semipermeable Membranen nicht diffundieren, daß aber durch Wasseraufnahme auch hydrolytisch gespaltene diffusible Eiweißkörper vorhanden sind.

Das Wasser bedingt den flüssigen Zustand des Plasmas und ermöglicht die chemischen Umsetzungen und physiko-chemischen Änderungen und damit die Lebensvorgänge; es ist teils gebunden als ,,Konstitutionswasser", teils frei als Lösungsmittel. Durch Spaltung liefert es $H^{\cdot}$- und OH'-Ionen und gibt auch die Möglichkeit der Ionenbildung der Salze, Säuren und Basen. Als Salze kommen in erster Linie Chloride, Sulfate, Carbonate und Phosphate von Natrium, Kalium, Ammonium, Magnesium in Frage. Die Elektrolyte dieser Salze bedingen den osmotischen Druck und wirken auf Quellung und Entquellung der Kolloide, indem sie durch Auflockerung der Zellgrenzschichten die Permeabilität erhöhen (einwertige Kationen) oder herabsetzen (Erdalkalien und Schwermetalle). Ein Übergewicht eines Ions kann wichtige Lebensprozesse stören; man spricht dann von Giftwirkungen. Diese werden im normalen Zellgeschehen durch Ionen entgegengesetzt gerichteter Wirkung aufgehoben. Durch diesen Ionen-Antagonismus wird ein dem Ablauf der Lebensvorgänge günstiger Gleichgewichtszustand geschaffen.

Die durch elektrolytische Dissoziation entstehenden $H^{\cdot}$-Ionen finden sich in allen Zellen und Gewebeteilen und sind, da sie Kolloidzustand, Atmungs- und Oxydationsvorgänge und andere chemische Reaktionen weitgehend beeinflussen, für die Zelle besonders wichtig. Die Wasserstoffionenkonzentration der lebendigen Substanz ist für die einzelnen Zellen konstant und liegt nahe dem Neutralpunkt; die Zelle ist bemüht, weitgehend eine Verschiebung der Reaktion durch Pufferung oder Reaktionsregulierung zu verhindern, um Funktionsänderungen und Störungen des Ablaufes der Lebensvorgänge zu vermeiden.

Bei der lebendigen Substanz handelt es sich um Eiweißkörper, für welche je nach Zelle nicht nur bestimmte Konstitutionsverhältnisse, sondern auch ein bestimmter Grad an Dispersion, Koagulation oder Peptisation, Quellung oder Entquellung notwendig sind. Verminderung des Dispersionsgrades, z. B. durch Ausflockung, führt zur Veränderung der Oberflächenstruktur und zur Verhinderung der normalen Reaktionen. Als Ursachen der Lebensvorgänge werden elektrokinetische Vorgänge, Erscheinungen der Elektroosmose, Phasengrenz-, Adsorptions- und Membran- und Strömungspotentiale usw. in kausalem Zusammenhang mit Dispersions-, Quellungs-, Hydrations- und Koagulationsvorgängen und Adsorptionsaffinitäten angenommen (Janisch 1924).

So zeigen die Vorgänge in der lebendigen Zelle einen ständigen Wechsel chemischer und physiko-chemischer Art, bei welchem fortwährend Stoffe aus der dünnflüssigen in die dickflüssige Phase, aus

gelöstem und in ungelösten Zustand übergehen und umgekehrt. Oxydations- und Reduktionsvorgänge, Stoffaufnahme, -umwandlung und -abscheidung, Auf- und Abbau von Bestandteilen der lebendigen Substanz zum Zweck der Energiegewinnung charakterisieren den Lebensablauf. Die neuesten Ergebnisse der Untersuchungen über Stoffwechsel- und Mangelkrankheiten zeigen, wie wenig wir eigentlich von den chemischen Vorgängen im Zellgeschehen wissen und daß noch viele Stoffe außer den oben genannten für die Lebensvorgänge grundlegend wichtige und unbedingt notwendige, uns noch unbekannte Bedeutung haben.

Für die Erkenntnis der Giftwirkung ist der Umstand wichtig, daß die Gifte von außen an die Zellen herantreten; es sind daher die Verhältnisse der äußeren Plasmaschichten von Bedeutung. Als Membran ist jede Grenzschicht anzusehen, die zwei sich netzende, aber nicht mischende Flüssigkeiten bei gegenseitiger Berührung trennt. Eine solche Grenzschicht ist Sitz von Kräften der Oberflächenenergie: wir finden daher hier Verdichtungen der Substanzen und Anhäufungen bestimmter Stoffe. Auch bei den lebenden Zellen wird als Außenschicht (Plasmahaut) ein wesentlich dichter gelagertes „metabolisiertes" Plasma angenommen, dessen kapillare Zwischenräume so fein sind, daß sie großmolekulare Stoffe nicht durchlassen. Diese semipermeablen Hautschichten ändern die Diffusion, sie üben aber auch einen elektiven Einfluß auf die Diffusionsvorgänge aus. Die kolloidale Substanz der Membran absorbiert Lösungsmittel oder gelöste Stoffe oder bindet sie, so daß Konzentrationsänderungen daraus resultieren. Damit sind zugleich die an semipermeablen Membranen auftretenden elektrischen Potentialdifferenzen verständlich, die der Elektrizitätsproduktion der lebenden Substanzen zugrunde liegen (Verworn 1915). Die semipermeablen Protoplasmahäute üben einen elektiven Einfluß auf die Diffusion bestimmter Stoffe aus, dabei hängt das Elektionsvermögen ganz von der Zusammensetzung des Protoplasmas ab; es kann bei verschiedenen Formen der lebenden Substanz sich auf ganz verschiedene Stoffe erstrecken.

Der osmotische Druck zeigt sich als hydrostatischer Druck, dieser wieder als Turgor; durch Wasserabgabe verminderter Turgor führt zur Plasmolyse. Die osmotischen Vorgänge und besonders die elektiven Eigenschaften der semipermeablen Plasmaoberfläche lassen elektrische Potentialdifferenzen an verschiedenen Stellen der lebenden Substanz entstehen.

Endlich sei noch an Enzyme und Hormone erinnert, die z. T. von außen an die einzelnen Zellen herangebracht werden, als Katalysatoren oder in sonst noch unbekannter Weise auf Einzelreaktionen oder ganze Lebensvorgänge einwirken und ihre Geschwindigkeiten ändern.

So ist das Protoplasma physiko-chemisch je nach Zellart verschieden, eine Mischung mannigfaltigster Kolloidsysteme mit flüssigen und festen Bestandteilen, und die lebende Zelle ist ein dynamisches System, dessen Stoff- und Energieumsetzungen wir zu ergründen und durch physikalische oder physikalisch-chemische Erklärungen zu begründen suchen.

II. Giftwirkung auf die Zelle.

Sind uns die einzelnen Phasen der stofflichen und energetischen Umsetzungen in der Zelle noch oftmals unbekannt, so liegen über die Art der Giftwirkungen meist nur Vermutungen vor, die auf Grund unserer Kenntnisse und Anschauungen über die zellphysiologischen Vorgänge einerseits und die Natur der Giftstoffe andererseits aufgestellt wurden[1]). Diese Kenntnisse wirken um so lückenhafter, je mehr wir im Tierreich zu einfachen Formen (Arthropoden, Vermes) übergehen: einmal wissen wir über die physiologischen Vorgänge bei niederen Tieren noch viel, viel weniger als über die der Wirbeltiere, dann aber kann eine Arbeits- und Funktionsrichtung und ihre Änderung durch Gifte leichter bei stark differenzierten, in ihrer Funktion eng festgelegten Zellen und Geweben erkannt werden und eine Erklärung finden.

Alle Stoffe, die auf Grund ihrer chemischen oder physikalisch-chemischen Reaktionsfähigkeit auf die lebende Zelle so einwirken, daß sie die Lebens- und Funktionsvorgänge in der lebenden Substanz in irgendeiner Weise ungünstig beeinflussen, müssen als „Gift" bezeichnet werden. Zum Gift wird also auch selbst ein für die Lebensvorgänge notwendiger chemischer Stoff (z. B. Kochsalz), wenn dieser unter besonderen Bedingungen, z. B. durch übermäßige Zuführung, den normalen Lebensablauf einer Zelle stört. Das natürliche Vorkommen von „Giften", z. B. von Arsen und Fluor, im lebenden Plasma zeigt, daß Giftigkeit keine absolute Eigenschaft, sondern gewissermaßen eine latente Eigenschaft aller Stoffe ist, die in Erscheinung tritt, sobald besondere Voraussetzungen gegeben sind (Peters 1936). Im gewöhnlichen Sprachgebrauch bezeichnet man daher auch nur diejenigen chemischen Stoffe als Gifte, die schon in kleinen Mengen den normalen Lebensprozeß der lebenden Zelle in physikalisch-chemischer Weise stören können.

Vorbedingung für eine Giftwirkung sind einerseits geeignete Beschaffenheit und günstiger augenblicklicher Zustand (Konstitution) des Protoplasmas und andererseits Aktivität und ausreichende Menge des Giftes. Jeweils wichtig für den Verlauf der Giftwirkung sind sowohl Löslichkeit des Giftes in Wasser, Fetten, Lipoiden oder Säuren,

[1]) Literatur siehe: Baglioni, Baur und Geßner, Flury-Zangger, Frey, Gadamer, Handowsky, E. Janisch, Meyer und Gottlieb, Peters (im Literaturverzeichnis).

die damit zusammenhängende Kapillaraktivität des Giftes, die Dauer der Einwirkung usw., als auch das Verhalten der lebenden Zelle (elektives Wahlvermögen, Geschwindigkeit der Aufnahme und der Verteilung, Möglichkeit einer Resorption, einer Zerstörung und einer Wiederausscheidung usw.). Das komplizierte, eng ineinander verflochtene Getriebe der lebenden Zelle bietet viele Möglichkeiten für Störungen. Der Mechanismus dieser Störungen (Vergiftungen) wird teils mehr physikalischer, teils mehr chemischer Natur sein; eine kurze Kennzeichnung dieser Vergiftungen wird daher zweckmäßig nach diesen Gesichtspunkten ausgerichtet, wenn auch die chemischen Vorgänge stets physiko-chemischer Natur sind.

a) Physikalisch-chemische Giftwirkungen.

Auch die physiko-chemischen Giftwirkungen lassen sich, streng genommen, nicht in Untergruppen trennen, denn alle sind durch den Grad der elektrolytischen Dissoziation bedingt. Trotzdem lassen sich Unterabteilungen aufstellen, je nachdem die Giftwirkung als Erscheinungen der Quellung, der Osmose oder der Adsorption sich zeigen oder ihre Erklärung finden.

Quellungs- und Entquellungserscheinungen: Durch Stoffe kann dem hydrophilen Kolloidsystem der Zelle das intermiscillar gebundene Wasser übermäßig zugeführt oder entzogen werden. Die Vergiftungen zeigen sich als Änderungen des Dispersionsgrades in Form von Quellungen und Verflüssigungen oder von Schrumpfen, Plasmolyse und Übergang aus dem Kolloidzustand in den festeren Gelzustand. Es ist wahrscheinlich, daß z. B. die Wirkung bestimmter oberflächenaktiver Stoffe, wie Carbonate und Oxyde, die dem Insektenkörper Wasser entziehen (Zacher und Kunike 1931), auf solche kolloid-chemische Ursachen zurückzuführen sind. Mit dem Wasserverlust ist der gesamte Chemismus der Zelle bedroht und lahm gelegt.

Osmotische Erscheinungen können durch alle Stoffe (Säuren, Basen, Salze) bewirkt werden, die eine Änderung der elektrolytischen Potentiale und damit der Oberflächenspannung veranlassen. Die osmotischen Veränderungen bewirken ihrerseits wieder Änderungen der Permeabilitäts-, der Dissoziations- und Löslichkeitsverhältnisse mit allen Folgeerscheinungen. Abnahme des Potentials durch Steigerung der Permeabilität soll zur Erregung, Abnahme der Permeabilität zur Lähmung der lebenden Substanz führen. Mit Stoffen, die osmotische Veränderungen an der Zelle bewirken, sind alle bestehenden Gleichgewichtsverhältnisse (Mineralstoffgehalt, Ionenkonzentration usw.) gestört.

Adsorptionserscheinungen: Gifte, die osmotisch nicht durch die Plasmahaut in die lebende Substanz einzudringen vermögen, können als elektrisch geladene Stoffe mit anders geladenen Kolloiden in Wechsel-

wirkung treten. Durch unendlich feine Auflagerungen entstehen neue chemische Möglichkeiten, die zur Aufnahme sonst nicht osmierender Stoffe führen können: die Permeabilität der Plasmahaut wird also geändert. Auch die Kraftzentren der einzelnen Kolloidteilchen im Plasma ermöglichen Adsorptionserscheinungen, die infolge der Konzentrationsanreicherungen eine erhöhte Reaktionsmöglichkeit des Plasmas oder auch eine Blockierung der Grenzflächen und dadurch so lange eine Störung der Stoffwechselvorgänge bewirken, wie die Blockierung anhält. Diese letzten Adsorptionserscheinungen sind einfache Anlagerungen eines Giftstoffes an Zellbestandteile, sie brauchen zunächst also keine stofflichen Veränderungen oder Zerstörungen im Gefolge zu haben, sind oft reversible Vergiftungen, klingen nach Beseitigung des Giftstoffes wieder ab, können jedoch auch, in genügender Menge angewandt, Übergangsstadien zu Dauerschäden sein (Peters 1936, Janisch 1924). Als Blockierungen dieser Art werden ähnliche Vergiftungserscheinungen aufgefaßt, wie sie Narkotika als reversible Lähmungserscheinungen verursachen. Die besten Beispiele für Adsorptionsgifte sind Zellatmungsgifte: so lagert sich Kohlenoxyd unter Verdrängung des Sauerstoffs an das Hämoglobin an, die Blausäure blockiert durch Eisenbindung das Atmungsferment und hindert so die Sauerstoffabgabe durch das Blut an die Gewebe.

Radioaktive Erscheinungen: Im lebenden Plasma soll nur Kalium als radioaktiver, β-Strahlen abgebender Stoff ständig vorhanden sein. Die Schädigungen des Plasmas durch radioaktive Stoffe sind Störungen der biochemischen Umsetzungen, sie sind nicht stofflich als Affinitätsäußerungen, wohl aber dynamisch als Strahlenwirkung anzusehen. In schwachem Ausmaß zur Wirkung kommend führen sie zu Stoffwechselbegünstigungen und Neubildungsvorgängen, erst bei längerer oder stärkerer Einwirkung treten durch ionisierende Wirkung Plasmaschädigungen (Funktionsstörungen, Nekrosen) ein. Durch hochfrequente elektrische Ströme erzeugte kurzwellige, ultraviolette Strahlen werden in der Schädlingsbekämpfung nutzbar gemacht (Literatur: Trappmann 1938). Im allgemeinen schreibt man dem durch die außerordentlich starke Durchdringungsfähigkeit der Strahlen begünstigten großen Wärmeeffekt (Temperaturerhöhung der Gewebe auf 55—60° C) die Hauptwirkung der Ultrakurzwellenbestrahlung zu. Trotz der durch radioaktive Stoffe verursachten zellphysiologischen „Vergiftungsvorgänge" kann man hier doch nicht von „Giften" sprechen, da der stoffliche Charakter nicht in gleicher Weise vorliegt wie bei den Giften.

Pflanzliche und tierische Gifte zeigen im allgemeinen weder Eiweißfällungen (lokale Ätzwirkungen) noch beeinflussen sie deutlich die physikalischen Zellverhältnisse. Sie werden ohne Schädigung vom Organismus aufgenommen, gelangen in die Leitungsbahnen (Zirkulations-

und Nervensystem) und zeigen elektive Wirkung auf bestimmte Gewebe und Zellen, zu deren Eiweißkörpern sie eine gewisse Affinität besitzen. Hier können dann Formveränderungen (Degenerationserscheinungen) beobachtet werden (Klinger 1936). Von der Art ihrer Aufnahme und ihrer Wirkung weiß man meist nichts, man kennt nur nach einigen Krankheitssymptomen die Gewebe und Organe, in welche diese Giftstoffe entgegen den Diffusionsgesetzen eingedrungen sind und von denen sie resorbiert oder gespeichert werden. Ihre toxische Wirkung ist reversibel, solange Giftmenge und Einwirkungszeit noch so niedrig sind, daß das aufgenommene Gift in irgendeiner Weise unschädlich gemacht werden kann. Es gehören hierher die im Pflanzenschutz viel angewandten Alkaloide, Glykoside, Bitterstoffe und viele andere organische Verbindungen. Ihr Eindringen in die Zellen wird oft durch ihre Lipoidlöslichkeit erleichtert; sie haben daher auch besondere Affinität zu fett- und lipoidhaltigen Zellen und Geweben und gehören zu den stärksten Nervengiften. — In ihrem Wirkungsmechanismus scheinen diese Giftstoffe den Adsorptionsgiften näher zu stehen als den chemischen Giften, zu denen sie jedoch überleiten.

b) Chemische Giftwirkungen.

Die Giftwirkungen gleichen sehr oft chemischen Reaktionen, bei denen das Gift das Agens und die lebende Substanz das Reagens ist. Die Aktivität der Zellkolloide wird durch aufladende Ionen bedingt, wie auch die Gifte durch ihre Kationen und Anionen wirken. Die Reaktionen führen zu neuen chemischen Bindungen, die sich als Dispersionsänderungen (Koagulation und Peptisation, Quellung und Entquellung usw.) auswirken und als Strukturänderungen (Lösung, Ausflockung Fällung usw.) in Erscheinung treten. Durch diese Dispersions- und Strukturänderungen erlischt die Reaktionsfähigkeit der lebenden Substanz, der Zellentod tritt ein.

Von den chemischen Stoffen, die auf Grund ihrer elektrolytischen Dissoziation chemische Umsetzungen verursachen, seien nur folgende Gruppen genannt, zu denen die wichtigsten Schädlingsbekämpfungsmittel gehören:

Säuren und Basen gehen mit den Kolloiden der lebenden Substanz chemische Reaktionen ein, die ein weiteres Eindringen in die Zelle gestatten. Durch Fällung der Eiweißkörper treten starke, irriversible Veränderungen des Dispersionsgrades ein, die als Ätzungen oder Eiweißgerinnung kenntlich werden und zum Zellentod führen. Von den Basen werden lösliche Albuminate gebildet und Fette verseift und gelöst.

Salze reagieren in gleicher Weise, wie Säuren und Basen, mit Eiweiß unter Ausflockungs- und Fällungserscheinungen, wobei die Fällung um so größer ist, je höher die elektrische Ladung ist. Bei der

Fällung tritt nur das Ion der Elektrolyte in Austausch, dessen elektrische Ladung der Ladung des Kolloids entgegengesetzt ist. Unter Zerstörung der lebensnotwendigen Plasmastrukturen entstehen bei diesen Eiweißfällungen Säurealbuminate und Metallalbuminate. Die eiweißfällende Wirkung ist bei Schwermetallsalzen besonders groß, da diese bei hohem Atomgewicht und geringem Atomvolumen eine große elektrolytische Aufladung besitzen. Die durch Schwermetalle bewirkten Ausflockungen (Metalleiweißverbindungen) sind irriversibel.

Bestimmte Atomgruppen: Anschließend muß auf bestimmte Atomgruppen, wie die Cyangruppe (CN), die Rhodangruppe (CNS), die Nitrogruppe (NO_2), die Carbonylgruppe (CO), noch hingewiesen werden, die den chemischen Stoffen besondere Giftigkeit verleihen. Für das Ausmaß der Giftigkeit können stereochemische Unterschiede oder Valenzverhältnisse von Bedeutung sein (Peters 1936).

Oxydierende und reduzierende Stoffe greifen bei der überragenden Bedeutung, die dem Sauerstoff für die in der Zelle sich abspielenden Vorgänge zukommt, tief in das Zellgeschehen ein. Es kommen hier einerseits Chlorate, Permanganate, Hypochlorite, Peroxyde, Nitrite usw., andererseits Schwefel, Ferroverbindungen, Dioxy- und Trioxyphenole, Naphthol- und Anthracenderivate usw. in Frage.

Schädigen die oxydierenden und reduzierenden Stoffe das Plasma durch Wasserstoff- bzw. Sauerstoffentzug, so muß darauf hingewiesen werden, daß auch andere Gifte Neigung haben, dem Protoplasma lebensnotwendige Elemente zu entziehen. Als Beispiel sei Oxalsäure angeführt, die durch Ca-Bindung schädigt.

Enzyme- oder Fermentgifte: Außer einer direkten Schädigung der lebenden Substanz kann eine Schädigung der Lebensvorgänge eintreten, wenn die vielleicht nach Art von Katalysatoren auf die Umsetzungen und Lebensvorgänge einwirkenden, die Reaktionsgeschwindigkeit ändernden, vielleicht sogar die Umsetzungen erst ermöglichenden Enzyme geschädigt, zerstört oder blockiert sind. Wie schon oben angegeben, nimmt man an, daß z. B. Blausäure durch Bindung von Eisen die Tätigkeit des Atmungsfermentes blockiert und damit den Zellen die Sauerstoffzufuhr unterbindet.

Die vorstehende Aufzählung behandelt nur skizzenhaft die wichtigsten Gruppen von Giftstoffen, denen auch die Schädlingsbekämpfungsmittel angehören. Die für den Wirkungsmechanismus gegebenen Erklärungen sind, wie schon oben bemerkt, mehr theoretischer Art, sie sind auf Grund der noch sehr lückenhaften Kenntnisse und unserer darauf aufgebauten Anschauungen über die Lebensvorgänge in der Zelle und unserer Kenntnisse über die chemischen Stoffe aufgestellt. Man hat auch im Pflanzenschutz wiederholt versucht, Eigenschaften und stereo-

chemischen Aufbau der chemischen Stoffe für die Aufklärung der Giftwirkung zu verwenden, doch sind die Ergebnisse bisher wenig aufschlußreich. Wohl weiß man, daß z. B. die Giftwirkung komplexer Quecksilberverbindungen nicht proportional dem Quecksilbergehalt, sondern durch die Art der Verbindung gekennzeichnet ist, daß Rhodan-Ion das Zellgeschehen hemmt, das Sulfat-Ion es jedoch fördert. Nach amerikanischen Untersuchungen sind die aromatischen Verbindungen der Kohlenwasserstoffe und ihrer Halogene im allgemeinen giftiger als die Verbindungen der aliphatischen Reihe und durch Substitution einer oder mehrerer Wasserstoffe in einem Ring oder einer Kette durch bestimmte Elementgruppen (Methylamin, Dimethylamin, Hydroxyl usw.) kann der Giftwert der Verbindung stark gesteigert werden. Bei den Halogenen fällt die toxische Wirkung mit wachsendem Atomgewicht, umgekehrt läuft die Reizwirkung; wichtig ist die Stellung des Halogenatoms im Molekül; Zutritt von Schwefel erhöht die Giftigkeit, wenn Schwefel zweiwertig ist (Peters 1936). Solche Untersuchungen haben allzu häufig anderen Versuchen widersprechende Ergebnisse gebracht, sobald andere Schädlinge als Versuchstiere benutzt wurden oder andere Versuchsbedingungen vorlagen. Es lassen sich noch nicht einmal die im Pflanzenschutz gebräuchlichen Arsenverbindungen in einer allgemein gültigen Wirkungsweise anordnen, da je nach Art des Schädlings die größten Verschiedenheiten bestehen.

III. Giftwirkung auf den Organismus.

Vorbedingungen für eine ausreichende Giftwirkung liegen sowohl beim Gift als auch beim Schädling. Die an das Gift zu stellenden Bedingungen (Art, Menge und Einwirkungsdauer) sind aus dem Vorausgehenden zu ersehen. Beim Schädling sind sowohl die Giftempfindlichkeit der Schädlingsart als auch die individuelle Konstitution wichtig. Unterschiede bestehen je nach Alter, Geschlecht und Rasse. Es ist bekannt, daß ältere Raupen gegen Kontakt- und Fraßgifte so wenig anfällig sind, daß die Bekämpfung nur gegen die jungen Stadien mit Erfolg durchgeführt werden kann. Bei Kontaktgiften sind die Ausbildung der Cuticula und der Behaarung, bei Fraßgiften die jeweiligen physiologischen Verdauungsverhältnisse von Wichtigkeit (vgl. S. 533). Geschmacks- und Geruchssinn können besonders bei Nagetieren, jedoch auch bei Insekten, Veranlassung geben zur Nahrungsverweigerung. Für Kontaktgifte ist das augenblickliche Häutungsstadium wichtig; es ist verständlich, daß nach der Häutung die Tiere empfindlicher sind als kurz vor der Häutung. Für die individuelle Konstitution sind Ernährungszustand (Hungertiere fressen gieriger), Geschlecht, ob die Eiablage erfolgt ist oder nicht (bei Insekten vor der Eiablage oft keine Nahrungsaufnahme), Gesundheitszustand (Schwächung durch Nässe und Kälte: z. B. Feld-

maus; durch Krankheiten: Nager; durch Krankheiten und Entoparasiten: Insekten) wichtig. Gegen bestimmte Gifte kann Immunität von Rassen oder von Einzelindividuen bestehen.

Die Aufnahme der Gifte erfolgt durch das Respirationssystem bei gasförmigen Giften, durch den Verdauungstraktus bei Fraßgiften, durch die Haut bei Kontaktgiften. Die als Insektizide angewandten Kontaktgifte sind meist Nervengifte; es war lange Zeit unbekannt, in welcher Weise diese Gifte in die Körper gelangen. Durch Klinger 1936, Hockenyos 1936, Morozow 1935, Glover und Richardson 1936 und Richardson, Glover und Ellison 1934 wurde die Aufnahme von Giften durch die Cuticula festgestellt.

Temperatur und Feuchtigkeit sind von den Außenbedingungen am wichtigsten für die Giftwirkung, wenn auch Sonnenschein, Wind, Regen und Tau die Wirkung ebenfalls weitgehend beeinflussen können. Wärme steigert die vitale Aktivität und beschleunigt die Lebensvorgänge, verstärkt die Aufnahmebereitschaft und die Resorptionsfähigkeit. Diese günstige Beeinflussung der Giftwirkung durch Wärme finden wir nicht nur bei Atem- und Kontaktgiften, sondern auch bei Fraßgiften: Berwig 1931 fand bei 15 °, 18 ° und 22 ° C nach Kalziumarsenatgaben an Forleulenraupen steigende Sterblichkeit (nach 2 Tagen: 30 %, 50 % bzw. 70 %), E. Janisch 1929 fand Steigerung der Arsenwirkung bei Temperatursteigerung an Schwammspinnerraupen, und K. Görnitz 1933 an Stabheuschrecken, bei denen die mittlere Lebensdauer bei 9 ° C mehr als 4 mal so groß war wie bei 26 ° C; die Tiere nahmen in diesen Versuchen bei 26 ° nicht mehr vergiftetes Futter auf als bei 9 ° C, die verstärkte Giftwirkung ist also nicht auf steigende Fraßintensität (größere Giftmenge), sondern, wie Görnitz vermutet, auf die durch erhöhte Aktivität gesteigerte Fraßgeschwindigkeit zurückzuführen. Der Einfluß der Temperatur auf die Kontaktgiftwirkung wurde u. a. von Gößwald 1934 und Klinger 1936 festgestellt. — Auch auf die Gifte selbst wirken höhere Wärmegrade günstig: Bei den Mitteln verbessert Temperaturerhöhung die Löslichkeit und die Benetzungsfähigkeit und verstärkt damit die Giftwirkung. Bei Dämpfen ist der Sättigungsgrad der Luft von der Temperatur abhängig (Peters 1936).

Höhere relative Luftfeuchtigkeit wirkt in der Regel auf Insekten günstig, nicht so sehr jedoch auf alle chemischen Mittel. Labile Gifte (z. B. Pyrethrine) werden den Einwirkungen der Luftkohlensäure um so eher erliegen, je höher die Feuchtigkeit ist. Auch bei wasserlöslichen Mitteln (Blausäure) wird bei höherer Luftfeuchtigkeit der Verlust durch Adsorption größer sein als bei trockenem Wetter; für Nikotin wird nicht die notwendige Verdampfungsmöglichkeit bestehen wie bei trockenem Wetter. Mittel, die auf Grund ihrer Oberflächenaktivität bei geringer relativer Luftfeuchtigkeit die Schädlinge durch Wasser-

entzug töten, verlieren diese Wirkung bei höherer Luftfeuchtigkeit (vgl. S. 530).

Für den Vergiftungsverlauf der Insektizide ist es wichtig, daß die Applikationsorgane in den seltensten Fällen den Erfolgsorganen entsprechen. Ätzende, lokal wirkende Hautgifte kommen wohl für die Nagetierbekämpfung in Frage, sie sind jedoch für Insekten wegen der gut schützenden Cuticula und mit Rücksicht auf die Empfindlichkeit der mit zu behandelnden Wirtspflanzen nicht zu verwenden. Die meisten Gifte gelangen erst durch Blut- und Körperflüssigkeit oder durch das Nervensystem zu den Orten ihrer Wirkung. Handelt es sich um Nervengifte, so treten allerdings die meisten Vergiftungssymptome sehr schnell ein (Nikotin, Pyrethrum), langsamer setzt die Wirkung bei den Fraßgiften, noch langsamer bei Rotenon ein. In allen Fällen haben wir somit eine gewisse „Latenzzeit" zwischen dem Eindringen und den ersten Vergiftungssymptomen, die z. B. bei den Arsengiften ungefähr 3 Tage, bei Pyrethrum und Nikotin jedoch sehr kurz (nur einige Sekunden bis Minuten) ist. Bei Nervengiften folgt der Vergiftungsverlauf einem Grundtypus, bei welchem auf die Latenzzeit (Inkubation) ein kurzer Erregungszustand (Exzitationsstadium I), sodann ein meist langer Krämpfezustand (Exzitationsstadium II) folgt, der in einen mehr oder weniger langen Lähmungszustand (Paralyse) übergeht und mit Einschrumpfung und Tod endet (Saling 1928, Buchmann 1929, Kemper 1933, Klinger 1936). Der genaue Exitus ist fast nie genau festzustellen, da das Absterben z. B. des Raupenkörpers meist vom Abdomen aus schrittweise oralwärts schreitet und da Teile des Rückengefäßes oft noch pulsieren, wenn ein Teil des übrigen Körpers schon abgestorben ist (Klinger 1936). Man kann also, und das zeigen typische Lähmungsgifte (Rotenon) deutlich, nicht immer mit Stellwaag 1930 sagen, daß die Raupen dann tot sind, wenn die letzten Hinterleibssegmente und die Kränze der Bauchfüße keine Bewegungen mehr ausführen.

Dieser Umstand macht es schwierig, den Zeitpunkt des Todes als Maßstab der Vergiftung zu benutzen. Campbell 1930 wählte daher hierfür den Zeitpunkt, bei welchem die Tiere aufhören, sich zu bewegen, und nannte ihn den „Knock-out-Punkt". Die Zeit, die von der Giftaufnahme bis zum Knock-out-Punkt verstreicht, nannte er „aktive Periode", die Zeit von der Giftaufnahme bis zum Tode die „Überlebungsperiode". Der Unterschied zwischen „aktiver Periode" und „Überlebungsperiode" soll besonders deutlich bei Nikotin sein, wo der Knock-out-Punkt nach ¼ Stunde, der Tod nach 9 Stunden eintritt. Ich glaube, daß bei sehr vielen Giften dieser Knock-out-Punkt Campbells noch schwieriger zu bestimmen ist als der Tod, zeigen doch die von Klinger 1936 durch ein Kymographion kurvenmäßig aufgezeichneten Bewegungen von Raupen nach Pyrethrumeinwirkungen einen allmählichen Abfall

vom ersten Exzitationsstadium in das Krampf- und in das langsam zum Tode führende Lähmungsstadium. — Bei Fraßgiften sind deutlich voneinander sich abgrenzende Erregungs-, Krampf- und Lähmungszustände und daher auch ein Knock-out-Punkt nicht festzustellen, da außer unruhigen Umherlaufens und allmählichen Hinsiechens keine Symptome festzustellen sind. Ebenso fehlen die Erscheinungen bei schnell wirkenden Atemgiften, wie Blausäure (Soforttod). Aber auch bei Nikotin, z. B. an Blattläusen, die nach kürzester Zeit in einen oft viele Stunden dauernden Krampfzustand verfallen, ist ein Knock-out-Punkt nicht festzulegen. Es wird in den meisten Fällen jedoch möglich sein und für die Versuchsanstellung auch genügen, das Aussetzen jeglicher Extremitätenbewegung auf Reize hin (Kneifen mit Pinzette) als Zeitpunkt für eine Giftwertbestimmung zu benutzen.

Über die Methoden der Giftwertbestimmung besteht eine sehr umfangreiche Literatur (vgl. u. a. Stellwaag 1929—1931, Peters 1936, Trappmann und Tomaszewski 1938), auf die hier nur verwiesen sei. Bei den Untersuchungen hat man versucht, aus der Pharmakologie Begriffsbestimmungen, wie minimale und maximale Schwellenwerte, therapeutische, toxische, letale Dosis usw. zu übernehmen und bei der Prüfung von Schädlingsbekämpfungsmitteln anzuwenden. Diese Berechnungen sind möglich bei Atemgiften (Peters 1936), wegen der Dosierungsschwierigkeiten nur schwer möglich bei Fraßgiften, kaum möglich bei Kontaktgiften (Campbell 1929 Stellwaag 1931). In jedem Fall muß man zur Ausgleichung der oft großen individuellen Unterschiede an möglichst vielen Versuchstieren gleicher Art, gleicher Entwicklungsstadien und gleicher physiologischer Beschaffenheit mit Wiederholungen genau bestimmte Mengen des Giftes eingeben oder anwenden.

Eine Anreicherung von Giften („Cumulation“) in bestimmten Organen — oft bis zur Überschreitung der toxischen und der letalen Dosis — muß auch bei Insekten in den Fällen angenommen werden, in denen gewisse Organe auf Grund ihrer elektiven Vorliebe für bestimmte Gifte Schadwirkungen zeigen. Findet diese Giftbindung in Zellsystemen untergeordneter vitaler Bedeutung (Bindegewebe, Fettkörper, Hautskelett) statt, so kann hierdurch eine gewisse Entgiftung des Organismus eintreten. Innerhalb der Gewebe kann die Entgiftung auch durch Neutralisation, Oxydation oder Reduktion, Kuppelungsreaktionen, Überführung in unlösliche oder ungiftige Stoffe, physikalische oder kolloidchemische Vorgänge (Adsorption), Antitoxinbildungen usw. je nach Art des Giftes vorgenommen werden. Auch durch rechtzeitige Ausscheidung des Giftes durch den Darm, die Exkretionsorgane, Drüsen (Speicheldrüsen) ist eine Entgiftung des Organismus möglich. Ist die von Zellen und Geweben oder vom Organismus vorgenommene Entgiftung schneller als die Giftwirkung, so können Stimulationswir-

kungen beobachtet werden, indem nach Aufhören der Giftzufuhr oder Ausscheidung oder Unschädlichmachung durch Hydratationsbeeinflussungen, Fermentaktivierungen usw. Reparationsvorgänge folgen, die eine Kräftigung der Zellen und Gewebe und des ganzen Organismus zur Folge haben. Speyer 1925 beobachtete als Nachwirkung subletaler Arsendosen bei polyederkranken Raupen eine „Heilwirkung".

Die Zunahme des Entgiftungsvermögens kann sich bis zur Giftgewöhnung, Giftanpassung und Immunität steigern. Diese bei Wirbeltieren beobachtete Wirkung von häufiger aufgenommenen, subletalen Dosen wird auch als Erklärung für die in Amerika beobachteten steigenden Schwierigkeiten der Bekämpfung von Schildläusen mit Blausäure (Woglum 1925, Haas 1934) und der Obstmade mit Arsenmitteln (Hough 1929, Webster 1933) angenommen. Gegen beide Schädlinge wurden durch jahrzehntelange Blausäure- und Arsenanwendung giftresistente, morphologisch jedoch nicht unterscheidbare Rassen herangezogen, die eine Bekämpfung mit den bisherigen Mitteln und Konzentrationen immer wirkungsloser machten. Bei Arsenmitteln ist man geneigt, die Arsengewöhnung als eine sich immer mehr steigernde Ablehnung der Resorption durch die Darmzellen anzunehmen (Cloetta 1906). Es ist möglich, daß bei Insekten auch Durchfallerscheinungen oder Änderungen der Verdauungssäfte von Bedeutung sein können (vgl. S. 533). Es sei aber auch darauf hingewiesen, daß bei Fraßgiften die „Giftunempfindlichkeit" oft durch fraßabschreckende Wirkung vorgetäuscht wird, die viele Arsenmittel auf Insekten ausüben und zur völligen Fraßverweigerung veranlassen; auch bei Nagetieren können geringe Arsengaben zum Erbrechen der ersten aufgenommenen Menge und dann zur Fraßeinstellung führen.

Ist der Giftverlauf schneller oder stärker als das Entgiftungsvermögen der Gewebe, so tritt Schädigung ein. Diese zeigt sich bei subletalen Dosen an Raupen als Entwicklungshemmungen. Die Tiere kränkeln, bleiben schwach und klein, schreiten zur vorzeitigen Notverpuppung und geben kleine schwächliche Falter, die vielleicht noch kopulieren, jedoch wenige und taube Eier (Görnitz 1933, Voelkel 1933) und nicht sehr lebenskräftige Nachkommen liefern. Es ist jedoch zu beobachten, daß subletale Dosen schädliche Nachwirkungen mehr bei Larven holometaboler Insekten geben, während hemimetabole Insekten (z. B. Stabheuschrecken) sich nach subletalen Dosen meist völlig wieder erholen und gesunde Nachkommen geben (Görnitz 1933).

Die Nachwirkungen subletaler Dosen zeigen sich in den Zellen als erhöhte Ausflockbarkeit, verminderte Quellbarkeit und Steigerung der Hydratation, Erscheinungen, die man als Alterung der Zellen bezeichnen kann. Eine Alterung zeigen nach Janisch 1924 die Tiere auch nach kurzdauernder Vergiftung mit Kohlendioxyd, indem die Geschlechts-

funktion aufhört und Gasintensität, Reizbarkeit und Gasempfindlichkeit der Tiere sich ändern. Die Möglichkeit der Verschiebung des kritischen Alters während der Kopulations- und Legezeit läßt nach E. Janisch die Bekämpfung z. B. der Mehlmotte in Mühlen durch häufig wiederholte Durchströmung der Mahlmaschinen mit geringen Kohlenoxydmengen als möglich erscheinen.

Abschließend sei hier auf einen Vorschlag hingewiesen, Stoffe den Raupen mit dem Futter zu reichen, die den Übergang zum Puppenstadium beschleunigen. Dadurch wird die Fraßperiode verkürzt. Den als Kümmerlinge entstehenden Puppen entschlüpfen keine copulationsfähigen Schmetterlinge oder aber die abgelegten Eier sind taub. Als Substanzen sollen die als Sexualhormone zusammengefaßten Extraktstoffe in Frage kommen, wie sie aus Keimdrüsen, Harn und pflanzlichen Organismen gewonnen werden (DRP. 495 140).

IV. Änderung der Giftwirkung durch Zusatzstoffe.

Eine Änderung der Giftwirkung durch Zusatzstoffe kann je nach der Art der Stoffe in günstigem oder ungünstigem Sinne sich auswirken. Eine Steigerung der Giftwirkung wird erreicht, wenn 1. das Tier zur stärkeren Giftaufnahme angeregt oder gezwungen wird, wenn 2. durch geeignete Zusatzstoffe die Wirkung des Mittels ermöglicht, erleichtert oder gesteigert wird oder wenn 3. durch Kombination zweier Gifte eine stärkere Giftwirkung erhalten wird.

Bei Fraßgiften wird eine stärkere Giftaufnahme durch geeignete Köder (Lieblingsspeise) besonders bei den Tieren erreicht, die, wie die Nager, in ihrer Nahrungsaufnahme oft sehr wählerisch und mißtrauisch sind. Aber auch bei Insekten sucht man durch Beigabe von Zucker, Melasse, Zitronen und sonstigen Anlockmitteln zu flüssigen Ködern (z. B. Olivenfliege, Rübenfliege) und Streuköder (Erdraupen, Maulwurfsgrillen, Heuschrecken) die Giftaufnahme zu steigern. In gegenteiliger Weise können Zusatzstoffe fraßabschreckend wirken. Völlig verfehlt sind Zusätze, die durch Brechwirkung die sofortige Wiedergabe veranlassen und dann meist dauernde Fraßverweigerung zur Folge haben (Nager).

Bei Atemgiften kann durch verstärkte Atemtätigkeit die Giftaufnahme erhöht werden. Die besseren Ergebnisse der Begasungen mit Blausäure, Methylformiat, Aethylenoxyd usw. bei höheren Temperaturen zeigen schon, daß die mit der Temperaturerhöhung steigende vitale Aktivität der Tiere für Giftgaswirkungen günstig ist. Auf die günstige Wirkung des Unterdrucks bei der Vacuumanwendung in Verbindung mit Giftgasen weist insbesondere R. T. Cotton 1932 hin. Auch durch chemische Zusatzstoffe, die allein nicht „giftig“ zu sein brauchen, die aber als Reizstoffe die Atmung der Insekten beschleunigen, können sehr

günstige Giftwirkungen erzielt werden, wobei die Gifte selbst oft nur noch in geringen Konzentrationen angewandt werden können. Bekannt ist besonders Kohlensäure als Atmungsstimulans. Geringe Mengen (0,03 Vol.%) sind nach G. Peters 1936 zur normalen Tätigkeit des Respirationszentrums lebensnotwendig, etwas höhere CO_2-Konzentrationen führen zur vertieften Atmung; erst oberhalb 2,5 Vol.% beginnt narkotische und erstickende Wirkung. In den mittleren Konzentrationen ist CO_2 mit Schwefelkohlenstoff, Äthylenoxyd, Chlorpikrin, Methylformiat und anderen Giften verschiedentlich verwandt worden (R. T. Cotton und H. D. Young 1929). Bei dem deutschen Präparat Cartox (1 Äthylenoxyd und 9 CO^2) wird nach G. Peters 1936 die Giftwirkung des Äthylenoxyds gegen Kornkäfer verdoppelt bis verdreifacht. In USA. ist nach Peters Methylformiat + CO_2 als „Malium" im Handel. Der Zusatz von Kohlendioxyd ist zu Giftgasen nicht möglich, die die Atmung lähmen und erniedrigen (Blausäure).

Der Zusatzstoff kann auch zur Aktivierung des Mittels selbst beitragen. Tabakextrakt und Nikotinsulfat bedürfen zur Aktivierung alkalischer Zusätze, z. B. der Seife. Durch Zusatz von Stoffen, die im Magen oder Darm der Schädlinge reduzierend wirken, wie z. B. Zinkstaub und Calciumsulfit, soll sich die insektizide Wirkung von Arsenaten wesentlich steigern lassen (DRP. 526705). Eine gewisse Aktivierung oder, besser gesagt, eine Ermöglichung der Giftwirkung, wird durch alle Zusätze erreicht, die als Lösungs-, Streck- und Emulsionsmittel eine bessere Benetzungsfähigkeit des Mittels ermöglichen.

Eine Verstärkung der Giftwirkung kann endlich durch Kombination zweier Gifte erreicht werden. Gleichartige (z. B. erregende oder lähmende) Gifte summieren sich, ungleichartige elidieren sich. Greifen die gleichartigen Gifte die gleichen Organe an, so sollen sie sich summieren, greifen sie verschiedene Organe an, so sollen sie eine noch darüber hinaus gehende Wirkung (Potenzierung) zeigen (Peters 1936). So kann es möglich sein, daß ein Gemisch giftiger Gase in allerschwächster Konzentration tötliche Wirkung an Tieren zeigen kann, während die zwei- bis dreifache Menge derselben Gase, nacheinander eingeatmet, keinerlei nennenswerte Giftwirkungen zeigen. Im praktischen Pflanzenschutz sind Kombinationen z. B. von Pyrethrum + Derris, von Arsen + Nikotin, von Kohlenoxyd + Schwefeldioxyd bekannt. Auch die Kombination von Insektiziden mit Fungiziden (z. B. Bleiarsenat + Schwefelkalkbrühe) kann durch chemische Umsetzungen (Trappmann und Nitsche 1935) oder durch Verbesserung der physikalischen Bedingungen (Regenbeständigkeit) sowohl für die insektizide als auch für die fungizide Wirkung günstig sein. Nach Peters 1936 wurden in der Patentliteratur noch folgende, die Giftwirkung steigernde Kombinationen empfohlen: Chlorpikrin mit Tetrachlorkohlenstoff oder

Äthylendichlorid, Blausäure mit Chlorcyan, Tetrachlorkohlenstoff mit Propylendichlorid oder Äthylendichlorid oder Brommethyl. Für die Eisenbahnwagen- und Silobegasung wird ein Gemisch von 60 Teilen Schwefelkohlenstoff + 40 Teilen Tetrachlorkohlenstoff angewandt, das zwar in diesem Fall nicht die insektizide Wirkung erhöht, jedoch die Explosivität herabsetzt.

V. Wirkungsweisen von Pflanzenschutzmitteln.

Die für den Menschen und die höheren Wirbeltiere in Frage kommenden Gifte pflegt man je nach dem geschädigten Organ als Haut-, Muskel-, Nerven- oder Blutgifte und allgemeine Zellengifte einzuteilen. In der Schädlingsbekämpfung ist diese Einteilung nur für die Nagetierbekämpfung möglich; bei den Insektiziden ist der Wirkungsort oft zu wenig bekannt, man unterscheidet daher hier Fraß-, Atem- und Kontaktgifte, wobei man unter dieser letzten, nicht sehr glücklichen Bezeichnung sowohl Haut- und Ätzgifte als auch viele Nervengifte (Nikotin, Pyrethrum, Derris) zusammenfaßt, selbst wenn diese, wie Nikotin, in erster Linie als Atemgifte in den Körper eindringen. Im folgenden Überblick sollen als Beispiele einige Schädlingsbekämpfungsmittel nach ihrer Wirkungsweise zusammengestellt werden, obwohl Trennungslinien auch nicht immer restlos gezogen werden können, da oft verschiedene Wirkungsweisen vorliegen, oft aber auch der Vergiftungsmechanismus nicht genügend bekannt ist.

a) Mittel mit vorwiegend physikalischer Wirkungsweise.

Ölspritzmittel (Mineralöl- und Teerölemulsionen) werden als Ovicide und Insektizide in erster Linie zur Winterspritzung verwendet. Die sehr umfangreiche, von W. Tomaszewski für das Handbuch der Pflanzenkrankheiten bearbeitete Literatur (vgl. Trappmann und Mitarbeiter 1938) zeigt, daß die Giftwirkung in erster Linie physikalischer Natur ist. Die Insekten und ihre Eigelege werden mit einem mehr oder weniger beständigen Ölfilm überzogen, der den Gasaustausch unterbindet. Mit steigender Viscosität und abnehmender Flüchtigkeit der Öle nimmt die ovicide und insektizide Wirkung zu. Besonders bei den aus hochsiedenden Anthracenölen hergestellten Teerölemulsionen („Obstbaumkarbolineen aus Schweröl“) ist die ovicide Wirkung besser als bei den aus niedriger siedenden Teerölen bereiteten Emulsionen („Obstbaumkarbolineen aus Mittelöl“). Leicht sich entmischende Ölemulsionen („quick braeking emulsion“) zeigten gesteigerte Wirkung. Ob die Höhe des Phenolgehaltes direkt oder indirekt (als Emulgierungsmittel) von Einfluß für die ovicide Wirkung ist, ist noch recht unsicher. Nach Tomaszewski und Fischer 1936 kann jedoch eine durch niedrig

siedende Öle bewirkte geringere ovicide Wirkung durch übermäßig hohen Phenolgehalt ausgeglichen werden.

Nach der eingangs gegebenen Definition der Giftwirkung gehören streng genommen die Ölspritzmittel schon nicht mehr zu den „Giften", da sie nicht den normalen Lebensablauf der Zelle stören, sondern, ähnlich den mit grober Methode (Pinsel) aufgetragenen Blutlauspinselmitteln oder dem Wasser beim Submersionsverfahren, den ganzen Organismus von der Außenluft abschließen und ersticken.

Ein rein mechanischer Sauerstoffentzug liegt auch bei den Mitteln vor, die z. B. in der Atemluft den lebenswichtigen Sauerstoff verdrängen und sich an dessen Stelle setzen. Als Beispiele seien Anreicherungen der Luft mit Kohlensäure, Stickstoff usw. angeführt.

Wasserentziehende Mittel sind ebenfalls keine chemischen Gifte, da auch sie auf den Gesamtorganismus austrocknend wirken, ein physikalischer Vorgang, wie er mit Hitze auch zu erreichen ist. Es sind Stoffe mit stark vergrößernder Oberfläche, die, wie „Aktivkohle", adsorbierende Eigenschaften besitzen. Körper dieser Art im Gewicht von 1 g können eine innere Oberfläche von 500 qm besitzen. Ihre Adsorptionsfähigkeit macht man sich in der Kunstleder-, Hartgummi-, Farbdruckindustrie usw. zu nutze, indem man mit ihnen wertvolle Lösungsmittel, wie Benzol, Benzin, Äther, Toluol usw., zurückgewinnt. Nach Zacher und Kunike 1931 kommt eine Wasser adsorbierende Wirkung den Oxyden und Carbonaten des Magnesiums, Calciums, Kupfers, Siliciums usw. in feinster Mahlung zu. Sie sind imstande, bei niedrigen und mittleren relativen Luftfeuchtigkeitsgraden den Tieren tropfbares Wasser zu entziehen, das sie zum Teil an die Außenluft abgeben. Die Wirkung läßt mit steigender Luftfeuchtigkeit nach, so daß bei höherer Luftfeuchtigkeit mit einem praktisch brauchbaren Effekt nicht mehr zu rechnen ist. In Versuchen sind Kalk, Kohlen- und Holzasche, Talkum, Kiesmehl, Straßenstaub usw. verschiedentlich gegen Erdflohkäfer im Freiland und gegen Bohnenkäfer und Kornkäfer angewendet worden; sie hatten Erfolg, wenn günstige Feuchtigkeitsbedingungen bestanden (Nitsche 1933); sie versagten, sobald ein hoher Feuchtigkeitsgrad der Luft den Wasserentzug verhinderte (Petherbridge und Thomas 1936, Mathlein 1938).

b) Mittel mit physikalisch-chemischer Wirkung.

Blausäure: Die Wirkung der Blausäure beruht auf einer Hemmung oder einer vollständigen Unterbindung der Sauerstoffversorgung der Zellen. Sie verbindet sich, wie schon oben erwähnt, mit dem Eisen des die Atmung katalytisch regelnden Zellfermentes Cytochrom, blockiert so das Atmungsferment und verhindert den Gaswechsel in der Zelle. Nach Peters 1936 ist auch für Schwefelwasserstoff und für die

arsenige Säure eine Umsetzung des Fermenteisens angenommen worden. In allen Fällen tritt Erstickung ein.

Kohlenoxyd: Lagert sich an das Hämoglobin, zu dem es größere Affinität hat als der Sauerstoff, an und verhindert so die Sauerstoffaufladung (Peters 1936).

Organische Mittel: Als weitere Mittel sind alle Stoffe zu nennen, die auf Grund ihrer Fett- und Lipoidlöslichkeit leicht von bestimmten Geweben absorbiert werden, diese lösen und „verseifen". Außer Seife gehören hierher viele organische Stoffe, wie Naphthalin, Paradichlorbenzol, Hexachloraethan, Schwefelkohlenstoff, Tetrachlorkohlenstoff und Phenole. Bei den Seifen ist die insektizide und fungizide Wirkung durch die Ätzwirkung der in verdünnten Lösungen vorhandenen alkalischen fettsauren Salze und weiter durch ihre starke Benetzungsfähigkeit und leichte Absetzbarkeit auf den benetzten Oberflächen (Tracheen) zu erklären. Außer diesen Wirkungen kommt den Stoffen (z. B. Schwefelkohlenstoff) noch proteinschädigende oder atmungshemmende Eigenschaft zu, so daß es fraglich ist, welche Eigenschaft für die Gesamtwirkung die wichtigste ist und ob die sich oft bedingenden Wirkungsweisen überhaupt zu trennen sind.

Seifen und andere Netzmittel dienen im allgemeinen als Hilfsstoffe zur Verbesserung der Benetzungsfähigkeit und Ermöglichung insektizider oder fungizider Wirkung. Es zeigte sich, daß diese Stoffe allein auch eine fungizide Wirkung zeigen können (Goodwin, Salmon und Ware 1929), so daß sie als Ersatz teurer Kupferpräparate und vielleicht auch gesundheitsschädlicher Arsenpräparate in Frage kommen könnten. Offenbar liegt auch hier ein Wirkungsmechanismus vor, der in erster Linie physikalisch erklärt werden kann.

Pflanzliche Giftstoffe (Nikotin, Pyrethrum, Rotenon und andere Derrisgifte, Helleborin, Veratrin, Anabasin, Quassiin, Strychnin, Scillin usw.) sind in ihrer Wirkung auf die Zelle unbekannt. Durch die Tracheen als Gas (Nikotin) oder als Flüssigkeit (Nikotin + Seife) oder durch die Haut als Gas oder Flüssigkeit dringen sie in den Insektenkörper ein, werden von bestimmten Zellen (meist des Nervensystems) adsorbiert und rufen dort Störungen der Zelltätigkeit und Lahmlegung bestimmter Funktionszentren (z. B. Respirationszentren) hervor. Bei Pyrethrinen konnte unter anderen Klinger 1936 eine Degeneration der Ganglienzellen nachweisen. Als Krankheitssymptome zeigen sich nacheinander die oben schon angeführten Erregungs-, Krampf- und Lähmungszustände, die in ihrem Ausmaß und ihrer zeitlichen Dauer bei den einzelnen Giften verschieden, aber meist immer in dieser Reihenfolge zu beobachten sind, so daß z. B. Nikotin oft stundenlange Krampfzustände, Pyrethrum kürzere, aber darum um so heftigere Krampfzustände und Derrisgifte und Quassiin kaum Krampfzustände zeigen, sondern fast

ausschließlich ein sich tagelang hinziehendes Lähmungsstadium hervorrufen. Die Wirkungsdauer ist meist kurz begrenzt, eine längere Giftwirkung hat man durch Zusatz von Stabilisatoren (z. B. bei Nikotin) zu erreichen versucht, um die Gifte als Fraßgifte oder als Ovicid verwenden zu können.

c) Mittel mit vorwiegend chemischer Wirkung.

Arsenmittel: Die Giftwirkung der Arsenverbindungen hängt ab vom Gehalt an Arsen, von der Art der Arsenverbindung (Arsenit oder Arsenat, primäres, sekundäres oder tertiäres Salz) und von sonstigen Zusätzen. Die Arsenite sind giftiger als die Arsenate, die sauren Salze giftiger als die basischen (Fulmek 1929, Fleming und Baker 1936, Martin 1936, Stellwaag 1926). Man nimmt an, daß für die Giftwirkung der Arsenate ihre Reduktion in arsenige Säure notwendig ist; durch Zusätze, die im Darm reduzierend wirken (Sulfite, Zinkstaub usw.), soll sich daher die Wirkung steigern lassen. Das Kation scheint auf die Giftwirkung nur insofern Einfluß zu haben, als es die Stabilität der betreffenden Arsenverbindung bestimmt. Ausschlaggebend für die Giftwirkung sind Löslichkeit und Grad der Dissoziation. Mit Rücksicht auf die Pflanze muß bei Spritzmitteln auf die Anwendung der leicht wasserlöslichen Salze verzichtet werden, bei den schwerlöslichen wird der lösliche Anteil auch noch durch Kalkzugabe gebunden (Reckendorfer 1931). Dem Arsen kommt auch eine fungizide Wirkung zu, doch sind fungizid wirksame Arsenverbindungen wegen ihrer pflanzenschädigenden Eigenschaften praktisch nicht anwendbar (Martin 1936). Auf die Wirkungssteigerung bei höheren Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen und auf die durch subletale Arsengaben bewirkten Nachwirkungen (Schädigungen der Nachkommenschaft, resistente Rassen) sei hier nochmals hingewiesen. Bei den Kombinationen von Calciumarsenat und Bleiarsenat mit Schwefelkalkbrühen wird die Steigerung der insektiziden Wirkung auf Bildung von löslichen Thioarsenaten zurückgeführt (Martin 1936). Zusatz von Netzmitteln kolloidaler Natur hemmen die Giftwirkung und bei Kombinationen die insektizid wirksamen Umsetzungen; Zusatz von Seife wirkt arsenlösend und fällend (Bleiseifen).

Die Wirkung der insektiziden Fraßgifte hängt ferner weitgehend vom Schädling ab. Untersuchungen von Uvarov, Krüger, Shinoda, Swingle, Fink, Trappmann und Nitsche ergaben, daß die p_H-Werte der Darmsäfte bei Insekten je nach dem Darmabschnitt etwas verschieden sind, daß sie sich aber weitgehend bei den einzelnen Insektenarten unterscheiden. So sind folgende Wasserstoffionenkonzentrationen für die einzelnen Insektengruppen gemessen worden: für Orthopteren: 5,6—7,2, Dipteren: 6,8—7,8, Coleopteren: 8,4—9,6 und Lepidopteren

8,4—9,8 p_H. Für die gleichen Entwicklungsstadien eines Insektes ist der p_H-Wert einigermaßen konstant. Von den oft benutzten Versuchstieren gehört die Stabheuschrecke zu den Insekten mit mehr sauren, die Seidenraupe zu den Insekten mit mehr basischen Verdauungssäften. Die im Pflanzenschutz mit Rücksicht auf empfindliche Pflanzen meist angewandten stark basischen Calciumarsenate werden daher bei der Seidenraupe nicht gelöst und verlassen fast unverändert den Darm, während diese gleichen Präparate bei Insekten mit mehr sauren Verdauungssäften (z. B. Stabheuschrecken) gelöst werden und gut wirken (Trappmann und Nitsche 1933).

Arsenstäubemittel werden auch mit gutem Erfolg vom Flugzeug aus auf fliegende Heuschreckenschwärme verstäubt; ob wirklich Kontaktgiftwirkung vorliegt oder ob die Heuschrecken durch Putzbewegungen das Arsen in den Mund bekommen, ist noch nicht endgültig entschieden; O'Kane und Glover 1935 wiesen eine Aufnahme des Arsens auch durch die Chitinhaut der Insekten nach, ohne aber Schädigungen des Organismus feststellen zu können.

Die Giftwirkung der Arsenverbindungen beruht auf einer Eiweißfällung im Zellplasma, einer Lähmung des Nervensystems und einer Speicherung des Arsens in bestimmten Organen (Trappmann und Mitarbeiter 1938); außerdem wird auch bei Insekten mit Darmverätzungen zu rechnen sein, wie sie bei höheren Tieren mit den dort üblichen Folgeerscheinungen (Entzündungen, Erbrechen, Kolik, Durchfall, Lähmungserscheinungen, Atembeschwerden, Herzschwäche) festzustellen sind (Koller 1932).

Fluormittel: Fluorverbindungen werden zur Nagetier- und Insektenbekämpfung (als Arsenersatz) verwendet. Für ihre Giftwirkung sind auch wieder Grad der Löslichkeit und der Dissoziation wichtig. Als Plasmagift entziehen sie den Zellen Kalzium, das zu Kalziumfluorid gebunden wird. Entsprechend der Wichtigkeit des Ca-Ions für die Permeabilität verliert die Zelle diese Eigenschaft und geht zugrunde (Trappmann und Mitarbeiter 1938). Außerdem soll elementares Fluor gebildet werden. Bei Nagetieren verursachen Fluorsalze Darmverätzungen, sie bewirken als Nerven- und Herzgifte Krämpfe, Erbrechen, Fieber, Nierenentzündung und Tod. Trotzdem die Salze fast geruch- und geschmacklos sind, werden sie von Ratten wegen der Ätzwirkungen schon im Munde nur widerwillig aufgenommen (Schander und Götze 1930, Koller 1932).

Thalliummittel: Thalliumverbindungen (meist Thalliumsulfat) werden mit sehr gutem Erfolg zur Nagetierbekämpfung und seit einigen Jahren zur Ameisenbekämpfung verwendet. Geschmack- und Geruchlosigkeit und langsame Wirkung machen Thalliumsulfat zu einem guten

Ködergift, leider hat es aus diesem Grunde auch zu Mord- und Selbstmordzwecken häufig Verwendung gefunden.

Die Wirkung besteht in Eiweißfällung; bei den Nagern zeigen sich Ernährungsstörungen, Abmagerung, Störung des Zentralnervensystems (Lähmungserscheinungen) und der innersekretorischen Drüsen, Nachlassen des Sexualtriebes, Haarausfall und Erblindung durch Linsentrübung und Sehnervatrophie (Munch und Silver 1931, Schander und Götze 1930, Koller 1932, Trappmann und Mitarbeiter 1938). Da das Gift auch im Tierkörper beständig ist, bilden die eingegangenen Mäuse eine Gefahr für Raub- und Federwild.

Phosphormittel: Verwendung finden Zinkphosphid, Kalziumphosphid und reiner Phosphor (als Latwerge) zur Nagetierbekämpfung und Aluminiumphosphid zur Kornkäferbekämpfung. An der Luft — bei Zinkphosphid durch die Magensäure — wird Phosphorwasserstoff entwickelt. Phosphor ist ein schweres Zell- und Stoffwechselgift, das einen weitgehenden Zerfall der Eiweißkörper bewirkt und die Bildung autolytischer Zerfallprodukte begünstigt. Bei höheren Tieren wird Verfettung von Drüsen (Leber) und Muskelgewebe beobachtet. Als Krankheitssymptome sind Erbrechen, Krämpfe, Atemnot, Herzschwäche, Umbildungen an Zähnen, Kiefern und Knochen, Schrumpfungen der Leber und Niere zu vermerken (Koller 1932, Schander und Götze 1930).

Kupfermittel: Die als Kupferverbindungen — meist in der Kupferkalkbrühe — zur Wirkung kommenden Mittel werden in erster Linie als Fungizide angewandt, sie haben jedoch auch eine gewisse insektizide Wirkung, die bei Kombinationen mit Arsengiften in Erscheinung tritt. Kupfer wirkt als Zellgift durch Eiweißfällung; Löslichkeits- und Dissoziationsgrade sind also wichtig. Als Fungizid ist die Wirkung vorbeugend: in dem auf den Blättern angetrockneten Giftbelag werden die Kupferverbindungen nach und nach gelöst, ein Vorgang, der durch Exkrete der Blätter und der Pilzsporen sowie durch die Kohlensäure der Luft und des Regenwassers verursacht werden kann (Martin 1936, Kotte 1928, Trappmann und Mitarbeiter 1938). Die oligodynamische Wirkung wird durch Absorbierung und Speicherung kleinster Kupfermengen in der Spore erklärt.

Außer einer Eiweißfällung schreibt man den Kupferverbindungen auch katalytische Wirkung als Oxydasen und Peroxydasen zu. Diese Hypothese ist nach Martin 1936 so zu erklären, daß Spuren des Kupfers das Oxydation-Reduktionspotential des Mediums auf der Blattoberfläche auf eine Höhe bringt, die für den Pilz giftig ist.

Schwefelmittel: Schwefel und schwefelhaltige Mittel (insbesondere Schwefelkalkbrühe) sind spezifische Milbengifte; ihre Hauptverwendung in der Praxis finden sie jedoch als Fungizide. Es ist auf-

fallend, daß sie auch hier eine spezialisierte Wirkung gegen Mehltaupilze zeigen, gegen welche Kupfermittel nicht brauchbar sind. Über die insektizide und fungizide Giftwirkung bestehen die verschiedensten Theorien, die unter anderem von Martin 1936 und von Winkelmann im Handbuch der Pflanzenkrankheiten (s. Trappmann und Mitarbeiter 1938) zusammengestellt sind. Die auffallende Fernwirkung des elementaren Schwefels erklärt man durch Sublimation. Für die Wirkung des Schwefels ist Bildung von elementarem Schwefel in der Zelle (Reduktion der Polysulfite zu Schwefel) angenommen. Im übrigen wurde nacheinander der Bildung von Schwefeldioxyd, Polysulfiden, Pentathionsäuren und von Schwefelwasserstoff Bedeutung beigemessen. Nach Wardle und Buckle 1923 hat man die acaride Wirkung darauf zurückgeführt, daß Polysulfide eine große Affinität zu Sauerstoff haben, den sie den Geweben und Zellen entziehen.

Nicht berücksichtigt sind in vorstehender Zusammenstellung die einfachen Stoffe und Elemente. Hat schon die Zellphysiologie gezeigt, wie lebenswichtig Natrium, Kalium, Calcium, Eisen, Magnesium usw. für den Lebensablauf sind, so lassen die neueren Arbeiten über Stimulation (durch Spurenelemente und Wuchsstoffe) und über Abbau- und Mangelkrankheiten bisher nur ahnen, welche Zahl von bisher unbekannten Zusammenhängen zwischen dem lebenden Protoplasma und vielen Elementen (Kupfer, Schwefel, Selen, Bor, Mangan, Molybdän, Vanadium usw.) und Stoffen noch bestehen. Können wir feststellen, welche Ursachen diesen Mangelkrankheiten zugrunde liegen und mit welchen Heilmitteln wir den kranken Pflanzen die fehlenden Stoffe geben können, so besteht vielleicht auch die Aussicht, diese an sich harmlosen Stoffe zur Schädlingsbekämpfung verwenden zu können und damit einen Ersatz für die hochgiftigen Mittel gefunden zu haben. Ich denke dabei weniger an Spritz- und Stäubemittel aus solchen Stoffen. Die verschiedenartige Anfälligkeit von Kulturpflanzen gegenüber Schädlingen und Krankheiten (z. B. die Resistenz von Apfelsorten gegen Blutlaus, Schorf und Mehltau oder von Kartoffelsorten gegen Krebs, Phytophthora und Kartoffelkäfer) und die Möglichkeit der Beeinflussung dieser Anfälligkeit durch bestimmte Düngegaben lassen vermuten, daß nur sehr geringe Unterschiede der Zellverhältnisse (Dissoziations- und Hydrationsverhältnisse usw.) der Wirtspflanze für diese Anfälligkeitsunterschiede verantwortlich sein können, und daß es nicht sofort schützende Wachsschichten, dickere Cuticula-Ausbildungen und kleinere Spaltöffnungen zu sein brauchen. Ich glaube, wir haben lange Zeit auch hier zuviel morphologisch-anatomisch, zu wenig chemo-physiologisch gedacht. Für den Parasiten ungünstige Zellverhältnisse sind vielleicht durch Stimulations- und Wuchsstoffe, durch Hormone oder Antikörper,

durch Elemente unbekannter Funktion in kleinsten Dosen („Spurenelemente") zu erreichen. Ich glaube, daß die Zufuhr solcher Stoffe auch bei Bäumen nicht durch Impfung, wohl aber vom Boden aus durch normale Wurzelaufnahme möglich sein wird.

Literatur-Verzeichnis.

Baglioni, S.: Gifte. Hdw. Buch der Naturwissensch. I. Aufl. Bd. 5, 1914, S. 21—38.

Baur, M. und O. Geßner: Gifte. Hdw. Buch der Naturwissensch. II. Aufl. 5. Bd. 1934, 198—214.

Berwig, W.: Laboratoriumsversuche zur Bionomie und Bekämpfung der Forleule. — Ztschr. f. ang. Ent. **17**, 1931, 563—586.

Buchmann, W.: Untersuchungen über die physiologische Wirkung von Pyrethrum-Insektenpulvern auf Fliegenlarven. — Ztschr. f. Desinfektion **21**, 1929, 3.

Campbell, F. L.: Methoden zum Studium der Giftwirkung magengiftiger Insektizide. — Anz. f. Schädlkde. **5**, 1929, 133—139.

Cloetta, M.: Über die Ursache der Angewöhnung an Arsenik. — Arch. f. exp. Path. u. Pharmakol. **54**, 1906, 196—205.

Cotton, R. T. und H. D. Young: The use of carbon dioxyd to increase the insecticidal efficacy of fumigants. — Proceed. Ent. soc. Wash. **31**, 1929, 97—102.

Cotton, R. T.: The relation of respiratory metabolism of insects to their susceptibility to fumigants. — Journ. econ. Ent. **25**, 1932, 1088—1103.

Cunningham, G. H.: Plant protection by the aid of therapeutants. Dunedin 1935.

Fleming, W. E. und F. E. Baker: The effectiveness of various arsenicals in destroying larvae of the Japanese beetle in Sassa fras-Sandy Loam. — Journ. agric. Res. **52**, 1936, 493—503.

Flury, F. und H. Zangger: Lehrbuch der Toxikologie, Springer, Berlin 1928.

Frey, E.: Die Wirkungen von Gift und Arzneistoffen. Springer, Berlin 1921.

Friedrich, K. und Steiner: Über Nachwirkungen der Begiftung des Kiefernspanners. — Ztschr. f. angew. Ent. **16**, 1930, 189—196.

Fulmek, L.: Giftigkeitsunterschiede gebräuchlicher Arsenmittel. — Fortschr. Landw. **4**, 1929, 209—212.

Gadamer, J.: Lehrbuch der chemischen Toxikologie und Anleitung zur Ausmittlung der Gifte. Göttingen 1909.

Glover, L. H. und C. H. Richardson: The penetration of gaseous Pyridine, Piperidine and Nicotine into the body of the American cockroach Periplaneta americana. — Iowa State Coll. Journ. Sci. **10**, 1936, 249—260.

Goodwin, W., Salmon, E. S. and W. M. Ware: The action of certain chemical substances on the zoospores of Pseudoperonospora Humuli. J. agric. Sci. **19**, 1929, 185—200.

Görnitz, K.: Methoden zur Prüfung von Pflanzenschutzmitteln. IV. Neue Apparate und Methoden. — Mitt. a. d. Biol. Reichsanst. Heft 46, 1933, 5—60.

— — Pathologische Veränderungen bei Vanessa io nach Aufnahme von Arsenverbindungen. — Anz. f. Schädlkde. **9**, 1933, 40—41.

Gößwald, K.: Die Wirkung des Kontaktgiftes Pyrethrum auf Forstschädlinge unter Einfluß der physiol. Disposition der Schädlinge und der Einwirkung von ökologischen Außenfaktoren. — Ztschr. f. angew. Ent. **20**, 1934, 489—530.

Haas, A. R. C.: Relation between the chemical composition of citrus scale insects and their resistance to hydrocyanic acid fumigation. — Journ. of Agric. **49**, 1934, 477—491.

Hough, W. S.: Studies of the relative resistance to arsenical poisoning of different strains of codling moth larvae. — Journ. of Agric. **38**, 1929, 245.

Handovsky, H.: Elemente der Arzneiwirkungen. Leipzig 1925.

Heidemanns, C.: Grundzüge der Tierphysiologie. Jena 1933.

Hockenyos, G. L.: Mechanism of Absorption of Pyrethrum powder by raoches. — Journ. econ. Entom. **29**, 1936, 433—437.

Janisch, E.: Über die experimentelle Beeinflussung der Lebensdauer und des Alterns schädlicher Insekten. — Arb. a. d. Biol. Reichsanst. **13**, 1924, 173—196.

— — Das Problem der Giftwirkung in der Pflanzenschutzforschung. — Centralbl. f. Bakteriol. II. Abt. **61**, 1924, 10—32.

— — Über die Wirkungsgröße der Umweltfaktoren bei der Massenvermehrung der Insekten. Deutsche Forschung, Heft 9, Landwirtschaftswissensch. 1929.

Kemper, H.: Versuche über die Wirkung von Pyrethrumpulver auf Tiere verschiedener Klassen. — Ztschr. f. Gesundheitstechnik u. Städtehygiene **25**, 1933, 149—164.

Klinger, H.: Die insektizide Wirkung von Pyrethrum- und Derrisgiften und ihre Abhängigkeit vom Insektenkörper. — Arb. über phys. und angew. Entom. aus Berlin-Dahlem, **3**, 1936, 49—69, 115—151, 2 Tafeln.

Koller, R.: Das Rattenbuch. Hannover 1932.

Kotte, W.: Die Wirkung des Kupfers auf den Peronosporapilz. — Weinbau und Kellerwirtschaft **7**, 1928, Heft 9.

Martin, H.: The scientific principles of plant protection. London 2. Auflage 1936.

Mathlein, Rolf: Undersökningar Rörande Förradsskadedjur. Korniveln, *Calandra granara* L. och Kisviveln, *Calandra oryzae* L. Deras Biologi och Bekämpning. — Statens Vävtskyddsanstalt, Meddelande Nr. 23, Stockholm 1938.

Meyer, H. H. und R. Gottlieb: Die experimentelle Pharmakologie. Wien-Berlin 1910.

Morozov, S. F.: The penetration of contact insecticides. I. Method of investigation and general properties of the cuticle with regard to its permeability. (Russisch, eng. Résumé.) — Plant. Prot. **6**, 1935, 38—58.

Munch, J. C. und J. Silver: The pharmacology of Thallium and its use in rodents control. — U.S.Dept. Agric. Techn. Bull. 238, 1931.

Nitsche, G.: Erdflohbekämpfung in Markee 1933. — Mitt. f. d. Landw. **49**, 1934, 305—306.

O'Kane, W. C. und Glover, L. C.: Penetration of arsenic into insects. — Techn. Bull. **63**, N. H. Agric. Exp. Sta. Durham 1935.

O'Kane, W. C. und Baker, W. C.: Further determination of oil penetration into insects eggs. — Techn. Bull. N. 4, Agric. Exp. Stat. Nr. 63, Durham, 1935.

Peters, G.: Chemie und Toxikologie der Schädlingsbekämpfung. Verl. Enke, Stuttgart 1936.

Petherbridge, F. R. and Thomas, J.: The control of flea beetles in seed-beds.- Journ. of the Min. of Agric. **42** 1936, 1086—1088.

Pütter, Aug.: Vergleichende Physiologie. Fischer, Jena 1911.

Reckendorfer, P.: Die Ursache des Arsenschadens. Neuheiten a. d. Gebiete des Pflanzenschutzes. 1931, 33—35.

Richardson, C. H., Glover, L. H. und Ellison: Penetration of gaseous pyridine, piperidine and nicotine into the bodies of certain Insects. — Science, 1934, 76—77.

Saling, T.: Über das wirksame Prinzip von Pyrethrum-Insektenpulver. — Ztschr. f. Desinf. und Gesundheitswesen, **20**, 1928, 33—42.

Schander, R. und G. Götze: Über Ratten und Rattenbekämpfung. — Ztrbl. f. Bakt. II. Abt. **81**, 1930, 260—284, 335—367, 481—501.

Speyer, W.: Beitrag zur Wirkung von Arsenverbindungen auf Lepidopteren. — Ztschr. f. angew. Entom. **11**, 1925, 395—399.

Stellwaag, Fr.: Der Gebrauch der Arsenmittel im Deutschen Pflanzenschutz. Flugschrift der Dtsch. Ges. f. angew. Entom. Berlin 1926.

— — Giftigkeit und Giftwert der Insekten. — Anz. f. Schädlkde. **5**, 1929, 101—107; **6**, 1930, 37—42, 64—68; Weinbau u. Kellerwirtschaft, **9**, 1930, 167; Wein und Rebe, **12**, 1930, Heft 3; Ztschr. f. angew. Ent. **18**, 1931, 113—132, 698—725.

Tomaszewski, W. und W. Fischer: Versuche mit Obstbaumkarbolineen und Baumspritzmitteln. — Nachrbl. f. d. Dtsch. Pflanzenschutzdienst, **16**, 1936, 74—76, 87—89.

Trappmann, W.: Schädlingsbekämpfung. Leipzig, 1927.

Trappmann, W. u. G. Nitsche: Methoden zur Prüfung von Pflanzenschutzmitteln. V. Beiträge zur Giftwertbestimmung und zur Kenntnis der Giftwirkung von Arsenverbindungen. — Mitt. a. d. Biol. Reichsanst. Heft 46, 1933, 61—89.

Trappmann, W. und G. Nitsche: Beiträge zur Giftwirkung von Rotenon und Pyrethrum auf verschiedene Insekten. Nachrbl. f. d. Dtsch. Pflanzenschutzdienst, **15**, 1935, 6—7.

Trappmann, W. u. W. Tomaszewski: Allgemeine Richtlinien für die Prüfung von Insektiziden. — Mitt. a. d. Biol. Reichsanstalt, **55**, 1937, 81—142.

Trappmann, W.: Physikalische Bekämpfungsmaßnahmen. Handbuch der Pflanzenkrankheiten, **6**, 1938, 283—332.

Trappmann, W., Hilgendorff, G., Winkelmann, A., Fischer, W. und Tomaszewski, W.: Chemische Bekämpfungsmaßnahmen. Handbuch der Pflanzenkrankheiten, **6**, 1938, 333—545.

Tschermak, A. v.: Allgemeine Physiologie, Verl. Springer, Berlin 1924.

Verworm, M.: Allgemeine Physiologie. Jena 1915.

Voelkel, H.: Nachwirkungen verschiedener Insektizide auf Seidenspinner. — Mitt. a. d. Biol. Reichsanst. Heft 46, 1933, 91—94.

Wardle, R. A. und Buckle, Ph.: The principles of Insect control. Manchester 1923.

Woglum, R. S.: Observations on insects developing immunity to insecticides. — Journ. of econ. Ent. **18**, 1925, 539.

Webster, R. L.: Insect tolerance. — Journ. of econ. Ent. **26**, 1933, 1016—1021.

Zacher, F. und Kunike, G.: Untersuchungen über die insektizide Wirkung von Oxyden und Carbonaten. Beiträge zur Kenntnis der Vorratsschädlinge. 5. Beitrag. — Arb. a. d. Biol. Reichsanst. **18**, 1931, 201—231.

Die Organisation des forstlichen Meldedienstes in Sachsen.

Von Heinrich Prell.

(Aus dem Zoologischen Institut der Forstlichen Hochschule Tharandt, Abteilung der Technischen Hochschule Dresden.)

Mit 1 Tabelle.

Gerade zu der Zeit, als der deutschen Wirtschaft von der Inflation die schlimmsten Wunden geschlagen wurden, brachen auch über die deutschen Wälder schwere Gefahren durch das Massenauftreten von Forstschädlingen herein, von denen vor allem die Kieferneule in Ostpreußen gewaltigen Schaden anrichtete. Diese arge Heimsuchung der Wälder in dem Augenblicke, in welchem die Wirtschaftslage so überaus ungünstig war, führte mit zwingender Notwendigkeit dazu, daß sich dem Kampfe gegen die Schädlinge und der Wiederaufforstung der von denselben entwaldeten Gebiete große Schwierigkeiten entgegenstellten. So war es nur zu leicht verständlich, daß die Waldbesitzer ihre Landesregierung, und die Länderregierungen wiederum die Reichsregierung um Hilfe in der Not angingen. Das Reich aber wurde durch die Anforderungen weitgehend überrascht, weil es über das Auftreten und den Verlauf der Forstschädlingskalamitäten nur unzureichend im Bilde war und eigentlich erst von den entstandenen Folgen derselben genauere Nachricht erhielt.

Unter diesen Umständen lag es nahe, gegen eine Wiederholung solcher Vorkommnisse rechtzeitig alle denkbaren Vorkehrungen zu treffen, und dafür zu sorgen, daß künftig wenigstens Nachrichten über den jeweiligen Stand des Forstschädlingsauftretens, und damit über etwa drohende Waldschäden, regelmäßig und so rasch als möglich zentral zusammenliefen. So wurde denn von dem damals auch für die Belange der deutschen Forstwirtschaft zuständigen Reichsministerium für Ernährung und Landwirtschaft der Plan gefaßt, im Rahmen des Deutschen Pflanzenschutzdienstes, dessen Meldetätigkeit über das Auftreten von landwirtschaftlichen Schädlingen sich bereits seit langem aufs beste bewährt hatte, nun auch einen das ganze Reichsgebiet umfassenden Meldedienst für das Auftreten von Forstschädlingen einzurichten. Als Zentrale war dabei wiederum die Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem vorgesehen, um alle Angelegenheiten des Pflanzenschutzes, welche so viele Zusammenhänge untereinander aufweisen, grundsätzlich und von Anfang an durch eine Hand gehen zu lassen.

Zur Verwirklichung dieses Planes trat die Reichsregierung an die verschiedenen in Betracht kommenden Länderregierungen heran, indem sie die für die Schaffung von Hauptstellen für forstlichen Pflanzenschutz

erforderlichen Mittel bereitstellte. Aufgabe der vorgesehenen Hauptstellen für forstlichen Pflanzenschutz sollte es dann sein, in dem ihnen zugewiesenen Tätigkeitsbereich jeweils einen Schädlingsmeldedienst zu organisieren und die bei ihnen eingehenden Nachrichten über den Stand des Schädlingsauftretens an die Biologische Reichsanstalt weiterzugeben. Aus naheliegenden Gründen erschien es dabei angebracht, die neuen Hauptstellen nach Möglichkeit mit den Zoologischen Instituten der bestehenden Lehrstätten der Forstwissenschaften zu verbinden, denn bei den Forstschädlingen handelt es sich ja im wesentlichen um Insekten. Diese Anknüpfung an bestehende Institutionen erlaubte also einerseits eine volle Auswertung bereits vorliegender Erfahrungen und stellte andererseits geringere wirtschaftliche Ansprüche.

Nach mancherlei Vorbesprechungen wurde dann für den Freistaat Sachsen, durch Verordnung des Sächsischen Finanzministeriums vom 27. VI. 1926 eine Hauptstelle für Forstlichen Pflanzenschutz in Tharandt errichtet und mir als dem Direktor des Zoologischen Institutes der Tharandter Forstlichen Hochschule unterstellt. Zugleich wurden vom Reichsministerium für Ernährung und Landwirtschaft die erforderlichen Mittel zur Einrichtung und Durchführung des Meldedienstes, sowie für die Einstellung einer Hilfskraft bewilligt. Im Jahre 1928 wurde die Hauptstelle zuständigkeitshalber dem Sächsischen Wirtschaftsministerium als der vorgesetzten Dienststelle für die bereits bestehenden Hauptstellen für landwirtschaftlichen Pflanzenschutz in Dresden und für gärtnerischen Pflanzenschutz in Pillnitz a. E. unterstellt, um zugleich die möglichst enge Zusammenarbeit der drei Stellen zu fördern. Der eigentliche Aufgabenkreis der Hauptstelle, also die Betreuung des forstlichen Meldedienstes und die damit verbundene Auskunftstätigkeit in forstzoologischen Angelegenheiten, wurde durch diese Änderung nicht berührt.

Wie bereits erwähnt wurde, war die Organisation des Schädlingsmeldedienstes ganz in die Hand der einzelnen Hauptstellen gelegt worden. Die von der Tharandter Hauptstelle dabei eingeschlagenen Wege haben also nur für den forstlichen Meldedienst in Sachsen Geltung. Nachdem aber dieser Meldedienst, als erster Versuch in seiner Art aufgezogen, sich nun schon seit mehr als einem Jahrzehnt bewährt hat, erscheint es berechtigt, seine Arbeitsweise kurz zu umreißen.

An dem Aufbau des forstlichen Meldedienstes in Sachsen sind drei verschiedene Instanzen beteiligt. Als Berichterstatter sind praktische Forstmänner tätig, welche als Revierverwalter u.a. einen dauernden Überblick über die Forstschädlinge ihres Dienstbereiches besitzen, und welche teils von der ihnen vorgesetzten Behörde mit der Berichterstattung beauftragt sind, teils im Interesse der Allgemeinheit freiwillig ihre Mitarbeit zugesagt haben. Als Vermittlungsstellen mitzu-

wirken erklärten sich von Anfang an die zuständigen leitenden Forstbehörden bereit, also die Sächsische Landesforstdirektion und die Fachkammer für Forstwirtschaft, an deren Stelle dann später die Sächsische Landesforstverwaltung und die Abteilung Forst der Landesbauernschaft Sachsen traten. Die Leitung des Meldedienstes liegt in der Hand der Hauptstelle, welcher im weiteren Verlauf die amtliche Bezeichnung als „Staatliche Hauptstelle für forstlichen Pflanzenschutz (Pflanzenschutzamt) in Tharandt" beigelegt wurde.

Die Verteilung der Berichterstatter im Lande Sachsen entspricht etwa der Waldverteilung. Im Erzgebirge liegen die einzelnen Meldestellen näher beieinander, im nordsächsischen Tieflande weiter voneinander getrennt; dort handelt es sich vorzugsweise um Staatsforstämter, hier mehr um nichtstaatliche Forstverwaltungen. Durch die örtlichen Berichtsstellen werden, auch abgesehen von der Tätigkeit der Bezirksförster, alle Amtshauptmannschaften erfaßt, und besondere Übersichten zeigen, wie die einlaufenden Meldungen für statistische Zwecke auf die verschiedenen Verwaltungsbezirke (Amtshauptmannschaften) zu beziehen sind.

Die Berichterstatter des forstlichen Meldedienstes waren zunächst nur die Vorstände der Staatsforstämter, welche bereits bei der Einrichtung der Hauptstelle von der Sächsischen Landesforstdirektion mit der Berichterstattung beauftragt wurden. Nachdem sich dann der Meldedienst eingespielt hatte, konnte er auch auf den nichtstaatlichen Waldbesitz ausgedehnt werden, und so beteiligen sich auf Grund freiwilliger Bereitschaftserklärung seit dem Frühjahr 1928 auch zahlreiche private und körperschaftliche Forstverwaltungen an der Berichterstattung. Als dritte Gruppe von Berichterstattern traten dann im Frühjahr 1936 noch die Bezirksförster hinzu, welche von der Landesbauernschaft mit der Berichterstattung über die anderweit noch nicht erfaßten Waldungen beauftragt wurden.

Die Zahl der Berichterstatter hat sich im Laufe der Zeit etwas geändert, weil manche Dienststellen zusammengefaßt oder voneinander getrennt wurden, weil manche der freiwilligen Berichterstatter neu hinzutraten oder ausschieden, und weil die Berichte von Dienststellen, deren Waldgebiete sich auf verschiedene Verwaltungsbezirke (Amtshauptmannschaften) erstreckten, in verschiedener Weise erfaßt wurden. Gegenwärtig wird die Berichterstattung grundsätzlich so durchgeführt, daß die einzelnen Dienststellen (Forstämter) über ihren gesamten Dienstbereich geschlossen berichten; dabei werden die auf verschiedene Verwaltungsbezirke bezüglichen Meldungen jeweils (durch Beifügung eines Kennbuchstabens) besonders bezeichnet, so daß sie bei der Auswertung der Berichte volle Berücksichtigung finden können. Tatsächlich ist also die Zahl der gesondert erfaßten Waldgebiete erheblich größer,

als die Anzahl der ständigen Berichterstatter es scheinen läßt. Insgesamt sind zur Zeit am forstlichen Meldedienste in Sachsen 81 Staatsforstämter mit 119 Berichtsgebieten und 38 nichtstaatliche Dienststellen mit 53 Berichtsgebieten, sowie die 27 Bezirksförster der 27 Amtshauptmannschaften beteiligt.

Die Durchführung der Berichterstattung wurde so eingerichtet, daß sie für den Berichterstatter eine möglichst geringe Belastung darstellt und daß doch die Vollständigkeit und Regelmäßigkeit der Berichte möglichst weitgehend gesichert ist. Um die Beobachtungen der Berichterstatter rasch zu erfassen und erforderlichenfalls rasch danach handeln zu können, wurde eine monatliche Berichterstattung zu Grunde gelegt; während der Winterruhe der Forstinsekten erschien dabei allerdings eine Zusammenfassung der Monate November und Dezember, sowie Januar und Februar, ohne weiteres möglich, so daß insgesamt 10 Monatsmeldungen zu erstatten sind. Da erfahrungsgemäß vorgeschriebene Meldetermine nur zu leicht im Drange der Geschäfte verpaßt werden können, wurde die Regelung getroffen, daß die Berichte jeweils kurz vor dem Fälligkeitstermine durch Rückantwortkarten angefordert werden. Die Antwortkarten sind freigemacht, um ersparbare Verrechnungsschwierigkeiten zu vermeiden, sowie um zugleich die Möglichkeit und einen gewissen moralischen Ansporn zur fristgemäßen Absendung der Meldung zu geben.

Während die Sendekarte nur eine kurze Anweisung für die Durchführung der Meldung enthält, führt die Meldekarte alle diejenigen Forstschädlinge, über deren Vorkommen die Reichsregierung laufend Auskunft zu erhalten wünscht, mit Namen auf. Daneben ist dann auf den Meldekarten noch Raum für die Nennung anderer Schädlinge vorgesehen, welche außer den meldepflichtigen Arten irgendwie bemerkenswert hervorgetreten sind. Die Erstattung der notwendigen Meldungen ist also auf ein Mindestmaß von Arbeit herabgedrückt, indem nur bei den Namen der meldepflichtigen Insekten durch ein Zeichen anzugeben ist, welche Beobachtungen über dieselben vorliegen. Dabei bedeutet nach altem forstschützlerischen Brauche — kein, + ein geringes, + + ein merkliches und + + + ein starkes (wirtschaftlich bedrohliches) Auftreten des Schädlings. Die Einführung einer weitergehenden Staffelung des Häufigkeitsgrades, wie sie bei den landwirtschaftlichen Schädlingen üblich ist, hat sich als untunlich erwiesen, weil sie eine größere Genauigkeit der Berichterstattung nur vorgespiegelt, keinesfalls aber wirklich geboten haben würde. Hinter jedem Schädlingsnamen ist ein Zeichen einzutragen, um allfällige Mißverständnisse zu vermeiden. Schließlich sind gegebenenfalls noch die Namen der sonst als erwähnenswert erachteten Schädlinge mit Häufigkeitsangaben oder kurzen Bemerkungen über die von ihnen angerichteten Schäden einzufügen.

Die meldepflichtigen Forstschädlinge, über deren Auftreten die Reichsregierung Auskunft zu erhalten wünscht und deren Zahl durch einige für die sächsischen Belange wichtigere Arten erweitert ist, sind die folgenden:

I. Forstschädliche Insekten:

1. Nonne (*Lymantria monacha* L.).
2. Kiefernspinner (*Dendrolimus pini* L.).
3. Kieferneule (*Panolis flammea* Goeze [= *piniperda* Panz.]).
4. Kiefernspanner (*Bupalus piniarius* L.).
5. Eichenwickler (*Tortrix viridana* L.).
6. Kiefernbuschhornblattwespen (*Lophyrus* [*Diprion*] *pini* L. und andere Arten, z. B. *L. sertifer* Geoffr. [= *L. rufus* Kl.]).
7. Kieferngespinstblattwespen (*Acantholyda pinivora* Ensl. [= *Lyda stellata* Christ.] u. a.).
8. Fichtengespinstblattwespen (*Cephaleia abietis* L. [= *Lyda hypotrophica* Htg.] u. a.).
9. Kleine Fichtenblattwespe (*Lygaeonematus pini* Retz. [= *Nematus abietum* Htg.]) und Verwandte (z. B. *Pachynematus scutellatus* Htg. [Gestreifte Fichtenblattwespe] und *P. montanus* Zadd.).
10. Großer Brauner Rüsselkäfer (*Hylobius abietis* L. und *H. pinastri* Gyll.).
11. Kleiner Brauner Rüsselkäfer (*Pissodes notatus* L.) und Verwandte (z. B. *P. harcyniae* Hbst. und *P. scabricollis* Mill. [Großer und Kleiner Harzrüsselkäfer], *P. piceae* Ill. u. a.).
12. Großer und Kleiner Waldgärtner (*Blastophagus* [*Myelophilus*] *piniperda* L. und *B. minor* Htg.).
13. Buchdrucker (*Ips typographus* L. und *I. amitinus* Eichh. [Großer und Kleiner Buchdrucker]).
14. Nutzholzborkenkäfer (*Xyloterus lineatus* Oliv.) und Verwandte.

II. Forstschädliche Nagetiere:

1. Waldmäuse (*Apodemus sylvaticus* L. und *A. flavicollis* Melch.).
2. Feldmäuse (*Microtus arvalis* Pall. und *M. agrestis* L.).
3. Wühlratte (*Arvicola scherman* Shaw [= *A. amphibius* L.]).
4. Rötelmaus (*Evotomys glareolus* Schreb.).
5. Bisamratte (*Ondathra zibethica* L.).

III. Forstschädliche Pilze:

1. Eichenmeltau (*Microsphaera quercina* Foëx).
2. Kiefernschütte (*Lophodermium pinastri* Chev.).

Da diese meldepflichtigen Schädlinge, auch wenn neben der wichtigsten Art noch ihre nächsten (dann besonders zu nennenden) Verwandten mit berücksichtigt werden, ja nur eine ganz geringe Auswahl darstellen, liegt es auf der Hand, daß über sehr viele andere Arten noch mehr oder weniger regelmäßig Berichte eingehen. Auch nur die wichtigsten oder verbreitetsten von diesen zu nennen, würde hier zu weit führen.

Die Berichterstattung soll grundsätzlich nur die im Laufe der Berichtszeit gemachten Feststellungen umfassen. Erst nach Ablauf des Schädlingsvorkommens gemachte Schadensfeststellungen (z. B. Nadelrötung nach Nematusfraß) sind daher ausdrücklich als solche zu bezeichnen, ebenso wie etwa die Feststellungen von Schädlingsvorkommen nach der eigentlichen Fraßzeit (z. B. Nachweis von Kieferneulenpuppen bei Streuuntersuchungen). Leider stoßen diese Forderungen offenbar auf Schwierigkeiten, so daß oft genug — in Wiederholung früherer Berichte — das Auftreten von Forstinsekten zu Zeiten gemeldet wird, zu welchen sicherlich nichts von den Schädlingen selbst und manchmal auch schwerlich von den Schäden etwas bemerkt werden kann (z. B. Eichenwickler im Winter).

Die ausgefüllten Meldekarten sollen, mit Unterschrift und Dienststempel des Berichterstatters versehen, nicht vor Ablauf der Berichtszeit und möglichst nicht später als zwei Tage nach Ablauf derselben an die Hauptstelle abgesandt werden. Auf rechtzeitige Einsendung muß dabei besonderer Wert gelegt werden, weil sonst die Bearbeitung der Meldungen seitens der Hauptstelle erheblich erschwert und die Vollständigkeit der Übersicht gestört wird.

Auf Grund der rechtzeitig einlaufenden Meldungen stellt nun die Hauptstelle für jede Berichtszeit Sammelberichte zusammen, welche etwa am achten Tage nach dem Fälligkeitstermin der Meldungen bereits abgeschlossen vorliegen. Diese Sammelberichte ähneln in ihrem Aufbau weitgehend den Meldekarten, indem sie, wie diese, zunächst die meldepflichtigen Forstschädlinge und dann die sonst gemeldeten Forstschädlinge nennen. Bei den einzelnen Schädlingsnamen werden jetzt aber diejenigen Stellen aufgeführt, von denen positive Angaben über das Auftreten und die Häufigkeit der betreffenden Art eingegangen sind. Dabei sind die Berichterstatter mit Nummern (bei den Staatsforstämtern den im amtlichen Verzeichnis verwendeten entsprechend) bezeichnet, für welche sich ein Schlüssel in der Hand eines jeden Empfängers der Sammelberichte befindet. Für die drei großen Gruppen von Berichterstattern, also die Staatsforstämter, die nichtstaatlichen Forstämter und die Bezirksförster, werden besondere Sammelberichte zusammengestellt. Alle Meldestellen, deren Berichte nicht rechtzeitig eingegangen sind, werden in den Sammelberichten jeweils ausdrücklich

genannt, damit aus dem Fehlen von Angaben nicht irrtümlicherweise auf das Fehlen von Schädlingen geschlossen wird.

Die Sammelberichte sind in erster Linie für die am Schädlingsmeldedienst unmittelbar interessierten Dienststellen bestimmt, also für die Biologische Reichsanstalt als Zentrale der Schädlingsüberwachung, für die Landesforstverwaltung und die Abteilung Forst der Landesbauernschaft, sowie für die beiden anderen sächsischen Hauptstellen für Pflanzenschutz. Außerdem gehen die Sammelberichte aber auch manchen anderen Dienststellen, vielfach im Austausch gegen deren Schädlingsberichte, zu. Nicht amtlichen und nicht am Schädlingsmeldedienst beteiligten Stellen sind die Sammelberichte nicht unmittelbar zugänglich, sondern nur in Gestalt der von der Biologischen Reichsanstalt unter Benutzung derselben im Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst veröffentlichten Monatsübersichten über das Schädlingsvorkommen in Deutschland.

Besonders wichtig erscheint es, daß nicht nur die höheren Dienststellen über den Stand des Schädlingsvorkommens in Sachsen unterrichtet werden, sondern auch die Berichterstatter selbst und damit die forstliche Praxis als solche. Aus diesem Grunde werden allmonatlich die Sammelberichte von der Hauptstelle vervielfältigt und sämtlichen Berichterstattern zugeleitet. Obwohl dies Vorgehen eine nicht unerhebliche Belastung der Hauptstelle mit sich bringt, dürfte es doch sehr wesentlich im Interesse der Sache gelegen sein, denn nun können die Berichterstatter selbst sehen, wie ihre rechtzeitig eingegangenen Meldungen verwendet werden und wie sie sich mit anderen Meldungen zu einem Gesamtbilde zusammenschließen. So wird ihnen nicht nur die Möglichkeit geboten, sich über den Stand der Schädlingsvermehrung in Sachsen ein gewisses Bild zu machen, sondern es wird ihnen gleichzeitig Gelegenheit gegeben, aus den Meldungen anderer, insbesondere benachbarter Reviere Anregungen für die genauere Beachtung irgendwelcher bisher vielleicht unbeachtet gebliebener Schädlinge und Schäden zu entnehmen. Auch über den allgemeinen Massenwechsel der Waldverderber können sie ohne weiteres aus den Sammelberichten mancherlei Angaben selbst entnehmen und verfolgen, wie sich das Geschehen im eigenen Revier in das Gesamtgeschehen einfügt. Wenn von diesen Möglichkeiten selbstverständlich auch nicht seitens aller Berichterstatter Gebrauch gemacht wird, so stellt doch die Verteilung der Sammelberichte an die Berichterstatter ein wertvolles Bindeglied zwischen Hauptstelle und Berichterstattern dar.

Die Abwicklung einer Berichterstattung erfolgt also nach dem Gesagten in der Weise, daß in der letzten Woche des Berichtsmonates die fertig vorbereiteten Rückantwortkarten von der Hauptstelle an die Landesforstverwaltung und an die Forstabteilung der Landesbauern-

schaft gesandt werden, welche sie dann mit sonstigen Mitteilungen an die einzelnen ihnen unterstellten Berichterstatter gelangen lassen. Die Berichterstatter senden kurz nach dem Stichtage die ausgefüllten Meldekarten an die Hauptstelle, welche daraus die Sammelberichte zusammenstellt. Die Sammelberichte werden von der Hauptstelle anfangs der zweiten Woche nach Ablauf des Berichtsmonats an die in Betracht kommenden Dienststellen weitergeleitet; die für die Berichterstatter bestimmten Sammelberichte werden wiederum durch Vermittlung von Landesforstverwaltung und Landesbauernschaft den Empfängern zugestellt.

Nach Ablauf eines jeden Berichtsjahres, welches dem Haushaltsjahr entspricht, werden schließlich von der Hauptstelle Übersichten über die Meldetätigkeit der am forstlichen Meldedienst beteiligten Berichterstatter zusammengestellt, welche zeigen, wie die Berichterstatter mitgearbeitet haben. Hierbei wird für jeden Berichterstatter angegeben, wie viele von den fälligen Meldekarten rechtzeitig, verspätet oder gar nicht in die Hauptstelle gelangt sind. Diese Übersichten werden wie die Sammelberichte vervielfältigt und verteilt. Sie sind insofern sehr lehrreich, als sie zeigen, daß den Anforderungen des Meldedienstes im allgemeinen gut entsprochen wird. Der Hundertsatz der tatsächlich eingehenden Meldungen ist so groß, wie man das nur irgend erwarten kann; wenn er im Mittel von 12 Jahren bei den Staatsforstämtern rund 96%, und im Mittel von 10 Jahren bei den nichtstaatlichen Forstämtern rund 92% der fälligen Meldungen betrug, so ist das ein Ergebnis, welches zweifellos sich sehen lassen kann. Insbesondere ist beachtenswert, daß es sich bei den Lücken im allgemeinen nur um zufallsbedingte Ausfälle einzelner Meldungen handelt, welche die geschlossene Übersicht nicht merklich beeinträchtigen, während nur ausnahmsweise einzelne Berichterstatter die in ihre Mitarbeit gesetzten Erwartungen durch lässige Berichterstattung ernstlich enttäuscht haben. Ein Überblick über die Meldetätigkeit seit Bestehen der Tharandter Hauptstelle möge die Ergebnisse der einzelnen Jahresberichte zusammenfassen.

Die knappe Fassung der Meldekarten und die Festlegung des Zeitpunktes für ihre Absendung erheischt für Sonderfälle eine Ergänzung der Meldetätigkeit. Aus diesem Grunde sind ausführlichere Berichte über beobachtete Schäden und eingehendere Anfragen wegen etwa zu ergreifender Maßnahmen gesondert von den Meldekarten der Hauptstelle einzusenden. Wenn irgendwo innerhalb einer Berichtszeit das bedrohliche Auftreten, insbesondere eines als gefährlich bekannten Forstschädlings festgestellt wird, ist die Hauptstelle außerterminlich davon durch eine Eilmeldung in Kenntnis zu setzen. Solche Eilmeldungen werden dann unverzüglich an die Biologische Reichsanstalt weitergeleitet.

Übersicht der Meldetätigkeit des forstlichen Meldedienstes in Sachsen während der Jahre 1926—1937.

	Berichterstatter				Meldungen				
	Gesamtzahl	rechtzeitig berichtend	unregelmäßig berichtend	unvollständig berichtend	fällig	rechtzeitig eingegangen	verspätet eingegangen	ausgeblieben	eingetroffen %
Staatliche Forstämter									
1926/27	87	32	24	31	696	578	60	58	91,7
1927/28	87	38	26	23	870	751	70	49	94,4
1928/29	87	46	23	18	854	783	47	24	97,2
1929/30	97	29	42	26	970	842	90	38	96,1
1930/31	98	52	17	29	980	880	33	67	93,1
1931/32	98	62	20	16	980	917	38	25	97,4
1932/33	81	56	10	15	810	774	15	21	97,4
1933/34	79	50	18	11	790	753	25	12	98,5
1934/35	79	51	12	16	790	762	24	28	96,5
1935/36	79	55	13	11	790	755	23	35	95,6
1936/37	81	56	5	20	810	770	13	27	96,7
1937/38	81	58	6	17	810	775	14	21	97,5
Nichtstaatliche Forstämter									
1928/29	42	9	13	20	414	337	32	45	89,1
1929/30	46	11	10	25	456	383	27	46	89,9
1930/31	41	19	3	19	410	363	6	41	90,0
1931/32	42	18	2	22	415	375	7	33	92,0
1932/33	37	15	6	12	370	329	11	30	92,0
1933/34	37	20	4	13	370	331	11	28	92,4
1934/35	37	13	5	19	370	323	19	28	92,4
1935/36	38	15	14	9	380	328	28	24	93,7
1936/37	38	22	6	10	380	348	12	20	94,7
1937/38	37	19	6	12	370	341	10	19	94,9
Bezirksförster									
1936/37	27	16	1	10	270	255	3	12	95,6
1937/38	27	11	8	8	270	234	18	18	86,7

Manchmal führen die Angaben der Meldekarten zu Rückfragen und zur Bitte um Materialeinsendung, sei es, weil die gemeldeten Schädlinge für die Arbeiten des Zoologischen Institutes erwünscht sind, sei es, weil mit der Möglichkeit eines Irrtums bei der Berichterstattung gerechnet wird. Überdies senden im Zusammenhang mit dem Meldedienst die Berichterstatter sehr oft von sich aus Material zur Artbestimmung ein.

Schließlich werden im Rahmen des Schädlingsmeldedienstes den Berichterstattern je nach Bedarf noch verschiedenartige Mitteilungen und anderes zugeleitet, wie Hinweise auf beachtenswerte Schädlinge, oder Rundfragen der Biologischen Reichsanstalt, oder zur Verteilung

bestimmte Drucksachen, oder Materialgesuche irgendwelcher Dienststellen usw. Auch in dieser Hinsicht hat sich die bestehende Organisation als sehr förderlich erwiesen. Dabei bewährte es sich als besonders zweckmäßig und nutzbringend, daß seitens der Biologischen Reichsanstalt — auf Grund der Erfahrungen im übrigen Pflanzenschutzdienste — von Anfang an eine gewisse Dezentralisation vorgesehen war. Nur dadurch, daß der Hauptstelle innerhalb eines gut überblickbaren Tätigkeitsbereichs freie Hand im unmittelbaren Verkehr mit ihren Berichterstattern gelassen war, wurde es ermöglicht, eine engere Zusammenarbeit von Hauptstelle und Berichterstattern aufzubauen. Eine weitergehende Zentralisation, wie beispielsweise die einmal vorübergehend ins Auge gefaßte Einführung einer unmittelbaren Berichterstattung an die Biologische Reichsanstalt, würde zu einem Abreißen der persönlichen Beziehungen geführt haben und hätte damit dem forstlichen Meldedienste eine der wichtigsten Grundlagen für seine Leistungsfähigkeit genommen.

Über die praktische Bedeutung des forstlichen Meldedienstes, also darüber, ob er den darein gesetzten Erwartungen zu entsprechen vermag, läßt sich naturgemäß erst dann etwas sagen, wenn derselbe bereits seit einiger Zeit bestanden hat. Die Erfahrungen mit anderen Zweigen des Schädlingsmeldedienstes ließen von Anfang an nicht daran zweifeln, daß er seine Aufgabe zu erfüllen vermögen würde, und tatsächlich hat der forstliche Meldedienst in Sachsen denn auch schon in trefflicher Weise die Aufmerksamkeit darauf zu lenken vermocht, daß und wo in bestimmten Jahren eine Übervermehrung gewisser Forstschädlinge stattgefunden hat.

Am klarsten und überzeugendsten tritt das bei denjenigen Waldverderbern hervor, welche langsamer ablaufende Massenwellen aufweisen und mehr chronische Schäden verursachen, wie etwa bei der Kleinen Fichtenblattwespe oder dem Grünen Eichenwickler. Schwieriger aber sind die Verhältnisse bei den Waldverderbern mit rasch ablaufenden Massenwellen und ausgesprochen akuten Schäden, wie etwa bei der Nonne; hier sind es unter Umständen verhältnismäßig sehr geringfügige Änderungen in der ohne besondere Nachforschungen feststellbaren Häufigkeit der Schädlinge, welche schon als Gefahrenzeichen zu werten sind, weil dann bereits im nächsten Jahre eine fühlbare oder gar bedrohliche, jedenfalls aber eine Gegenmaßnahmen erheischende Vermehrung einsetzen kann. Die Ergebnisse des Meldedienstes sind also bei den einzelnen Arten von Forstschädlingen durchaus verschieden zu beurteilen und zu behandeln, ja es wird sich vielleicht sogar wünschenswert machen, bei manchen Forstschädlingen von der dreistufigen Staffelung der Angaben über den Häufigkeitsgrad abzugehen und statt dessen eine zahlenmäßige Angabe der tatsächlich beobachteten Schädlinge zu wäh-

len, wie das gerade bei der Nonne angebracht erscheint (und von manchen Berichterstattern schon durchgeführt wird).

Diese Überlegungen führen dann von selbst zu der Frage, ob denn überhaupt die Ergebnisse des forstlichen Meldedienstes als zuverlässig angesehen werden können. Diese Frage ist zu bejahen, solange die Forderung der Genauigkeit nicht zu hoch geschraubt wird; man muß aber vermeiden, daß zuviel erwartet wird. Zunächst ist es selbstverständlich, daß die Berichte der einzelnen Meldestellen nicht gleichwertig sind; die verschieden hohe Beobachtungsgabe und vielleicht auch gelegentlich Beobachtungsneigung der Berichterstatter macht das ohne weiteres verständlich. Dazu kommen aber auch noch einige weitere Gründe allgemeiner Natur. In viel höherem Maße, als etwa bei den landwirtschaftlichen Schädlingen, ist nämlich die Beurteilung eines forstlichen Schädlingsvorkommens als geringfügig, merklich oder bedrohlich von der persönlichen Einstellung des Beobachters abhängig. Viel schwieriger ist es aber auch, den Berichterstattern irgendwelche allgemeinen Richtlinien für diese Beurteilung zu geben, weil die drohende Gefahr nicht nur von der Zahl der Schädlinge abhängt, sondern weil dafür auch die Beschaffenheit der befallenen Bäume und die Standortsverhältnisse eine große Rolle spielen.

Die Verschiedenheit der subjektiven Beurteilung von Schadensbeobachtungen, und die Verschiedenheit der objektiven Bedeutung von Schädlingsfeststellungen zwingen vielmehr dazu, die eigentliche Meldetätigkeit möglichst einfach zu gestalten. Wenn dann der Meldedienst auf Grund allgemeiner Beobachtungen irgendwelchen Anlaß zu einem Verdachte bietet, muß eine Vertiefung der mehr oder weniger oberflächlich gebliebenen Erstfeststellungen durch planmäßige Ergänzungsfeststellungen vorgenommen werden. Neben die Ausgestaltung des Meldedienstes muß also noch eine Sammlung von Erfahrungen darüber treten, wie die Ergebnisse des Meldedienstes zu benutzen sind. Darauf genauer einzugehen ist aber hier nicht der Ort, sondern das muß einer späteren zusammenfassenden Auswertung der Ergebnisse des Schädlingsmeldedienstes vorbehalten bleiben.

Versucht man nun rückblickend sich Rechenschaft über die mit dem forstlichen Meldedienst in Sachsen während eines Jahrzehntes gemachten Erfahrungen abzulegen, so kann man wohl das Folgende sagen.

Es steht fest, daß der forstliche Meldedienst sich in Sachsen reibungslos hat durchführen lassen. Die dabei gewählte Organisation hat sich vollauf bewährt und wird bei Wahrung der Grundgedanken unter Verwendung der gewonnenen Erfahrungen für die Ausgestaltung im Laufe der Zeit mehr und mehr zu leisten vermögen. Der forstliche Meldedienst hat für die Zeit seines Bestehens einen wertvollen Überblick über den Massenwechsel der Forstschädlinge gegeben und vermochte dabei die

Aufmerksamkeit auf beginnende Massenvermehrungen zu lenken. Dabei ist zu hoffen, daß eine Fortsetzung der bisherigen Berichterstattung über längere Zeit unter allmählich fortschreitender Verbesserung der Arbeitsweise immer brauchbarere Hilfsmittel für die rechtzeitige Erkennung und Beurteilung von Forstschädlingskalamitäten schaffen wird. Schließlich soll auch nicht übersehen werden, daß durch den forstlichen Meldedienst in Sachsen die Aufmerksamkeit etwas stärker auf die Waldverderber und ihre Bedeutung gelenkt worden ist, und daß sich aus dem anschließenden Einsendungs- und Auskunftsverkehr eine engere Zusammenarbeit von Wissenschaft und Praxis ergeben hat, welche für beide Teile sehr erfreulich ist.

Pflanzenschutz und Bienenzucht.

Von K. Freudenstein.

(Aus der Lehr- und Versuchsanstalt für Bienenzucht und Seidenbau des Reichsnährstands in Marburg.)

Inhalt.

1. Vorbemerkung.

Zweifellos müssen alle für den Menschen bedeutsamen Insekten Gegenstand der angewandten entomologischen Forschung sein. Bei den großen Fortschritten, die diese Wissenschaft in den letzten drei Jahrzehnten erzielte, hat sich jedoch eine starke Spezialisierung und eine gewisse Einseitigkeit herausgebildet. Das mag daher gekommen sein, daß die Intensivierung der deutschen Land- und Forstwirtschaft mit ausgedehnten Monokulturen die Vermehrung schädlicher Insekten so sehr gefördert hat, daß deren Bekämpfung als die vordringlichste, vielfach sogar als die einzige Aufgabe der angewandten Insektenkunde erschien. Mehr in der Stille und erst später entstanden und wirkten dann auch Anstalten für die Zucht und Förderung von Nutzinsekten.

Der öffentlichen Meinung, die nun unter angewandter Entomologie oft ausschließlich Schädlingsbekämpfung versteht, wie den Fachleuten, die lediglich diese eine Seite der gesamten Insektenkunde in den Vordergrund stellen, muß jedoch gesagt werden, daß solche Einseitigkeit zu schlechten Folgen führen kann, weil sie zum Schaden des Ganzen natürliche Zusammenhänge zerreißt. Ein Pflanzenschutz, der mit den Schäd-

lingen und Unkräutern zugleich auch die Nützlinge vernichtet, muß den Jrrweg mancher Bekämpfungsmethoden immer deutlicher einsehen, je mehr das Gewicht der geschädigten Nützlinge gegenüber dem der vernichteten Schädlinge in die Waagschale fällt. Besonders bei der Anwendung arsenhaltiger Mittel zur Schädlingsbekämpfung sind schwerwiegende Folgen der geschilderten Einseitigkeit durch die Vernichtung von zahlreichen Bienenvölkern mehrfach eingetreten. Ich bin daher dem Herausgeber dieser Zeitschrift, Herrn Professor Dr. Blunck, für die Gelegenheit dankbar, als Vertreter der Bienenkunde über die Notwendigkeit und die Möglichkeiten einer guten Zusammenarbeit zwischen den Arbeitsrichtungen zur Förderung der Bienenzucht einerseits und zur Bekämpfung der Schädlinge andererseits berichten zu können.

Über die Notwendigkeit einer wirksamen Schädlingsbekämpfung brauche ich angesichts des engen Lebensraumes unseres Volkes und der Bedrohung seiner Ernährung, die durch Schädlingskatastrophen entstünde, heute und hier nicht mehr zu sagen, als daß diese Notwendigkeit auch von den Bienenzüchtern, die in ihren Bemühungen zur Steigerung der Zuchterträge von Maßnahmen des Pflanzenschutzdienstes gelegentlich empfindlich behindert werden, voll anerkannt wird. Um jedoch auch den Vertretern des Pflanzenschutzes einen Maßstab für die Beurteilung der Werte zu geben, die bei Schädlingsbekämpfungen bedroht werden können, wird es an dieser Stelle gut und notwendig sein, die Gründe zusammenzufassen, die eine Förderung der Bienenzucht und den Schutz der Bienen bei Bekämpfungsmaßnahmen an Schädlingen erforderlich machen.

2. Gründe für die Förderung der Bienenzucht.

Die deutsche Bienenzucht ist im Reichsverband deutscher Kleintierzüchter dem Reichsnährstand angegliedert. Rund 250000 deutsche Imker sind mit über 2½ Millionen Bienenvölkern, die einen Vermögenswert von mehr als 100 Millionen Reichsmark darstellen, ebenso wie alle anderen Zweige des Reichsnährstandes bemüht, die Gesamterzeugung zu steigern. Folgende Gründe machen dieses Bestreben notwendig. Deutschland führte in den letzten Jahren mit über 60000 dz immer noch mehr Auslandshonig ein als vor dem Kriege. Der Eigenerzeugung an Wachs stand im Jahre 1936 mit über 12500 dz etwa die doppelte Einfuhrmenge gegenüber (1937: 10588 dz). Das bedeutet an sich schon hohe jährliche Devisenausgaben.

Die Vermehrung der Bienenvölker ist weiter aus folgenden Gründen erforderlich: einmal ist es lohnend und notwendig, die Überzahl der deutschen Zwergbetriebe mit weniger als 10 Völkern je Stand auf den Umfang von wirtschaftlichen, wenn auch nebenberuflich betriebenen Imkereien zu vergrößern. Da man für 20 Völker so gut wie für 5 eine

Honigschleuder, allerlei Geräte und eine recht vielseitige Erfahrung benötigt, bedeutet eine solche Vergrößerung schon für den einzelnen Besitzer eine Erhöhung der Wirtschaftlichkeit seiner Bienenzuchtanlage. Darüber hinaus werden aber zahlreiche Stände, die bisher nur der Eigenversorgung einer Familie mit Honig dienten, zu Erzeugern von Honigüberschüssen, die der Volkswirtschaft zugeführt werden. Es ist zweifellos möglich, durch Vermehrung der Völkerzahl wie durch Verbesserung der Durchschnittsleistung der Bienenrassen den Inlandsbedarf vollständig zu decken und darüber hinaus gegebenenfalls Honigvorräte zu erwerben, die mit allen anderen Erzeugnissen der Kleintierzucht in Notzeiten für den Volkshaushalt vorteilhaft ins Gewicht fallen. — Wir erinnern uns aus den letzten Jahren des Weltkrieges noch sehr deutlich an die vermehrte Haltung von Hühnern, Kaninchen und Ziegen, mit denen viele Haushalte als Selbstversorger den Mangel an Fetten auszugleichen wußten, unter dem der Volkshaushalt damals litt. Die Fettlücke in unserer Eigenversorgung besteht auch heute noch und sie würde in einem Notfall wieder wie im Weltkrieg durch einen vermehrten Verbrauch von Kohlehydraten auszugleichen sein. Wenn dem heutigen Verbrauch von etwa 600 000 dz Marmelade wieder ein Verbrauch von 6 Millionen Doppelzentnern gegenüberzustellen wäre, wie es im letzten Kriegsjahre der Fall war, dann ließen es die gesundheitlichen Werte des Bienenhonigs besonders wünschenswert erscheinen, daß der vermehrte Bedarf an Kohlehydraten zum Ersatz für das fehlende Fett mehr durch Honig als durch Marmelade gedeckt werden kann. Die Steigerung der deutschen Honigerzeugung von 138 000 dz bei 8,5 kg je Volk im Jahre 1928 auf 230 900 dz bei 9,5 kg je Volk im Jahre 1937 weist dazu bereits erfreuliche Ansätze auf.

Vor allem ist eine Vermehrung der Bienenvölker jedoch zur Sicherung der Blütenbestäubung nötig. Der ausschlaggebende Einfluß des Bienenbeflugs für die Frucht- und Samenbildung aller insektenblütigen Nutzpflanzen ist heute einwandfrei und vielfältig erwiesen. Zahlreichen empirischen Beobachtungen über den Ertrag von Obstpflanzungen, bei denen regelmäßig Bienen gehalten wurden, oder in denen der Behang mit Früchten eine ungeahnte Steigerung erfuhr, nachdem Bienen in der Nähe aufgestellt wurden, stehen wissenschaftlich einwandfreie Versuche zur Seite, deren Ergebnisse die Notwendigkeit eines guten Bienenbeflugs deutlich ergeben. Viele Belege dafür finden sich bei Zander (1913, 1930, 1936). Ein schlagendes Beispiel schildert Ökonomierat Vogt („Die Bienenpflege“, Jg. 54, H. 5, 1932) für die Stadt Eisleben in Thüringen. Dort hatte eine Apfelpflanzung auf über 10 Morgen Land, die seit 22 Jahren gut gepflegt war, alljährlich nur etwa 50 RM. Pachtertrag gebracht. Auf den Rat des Berichterstatters wurden Bienen dazu gestellt. Die Äpfelernte erhöhte sich auf 265 Ztr. Äpfel mit einem

Gegenwert, der weit über das Dreißigfache der vorjährigen Einnahmen betrug. Geinitz (Bad. Monatsschrift f. Obst- und Gartenbau, Nr. 4, 1931) stellte zu 6 Kirschbäumen 20 Minuten von Bischoffingen im Kaiserstuhl, die vorher trotz bester Blüte nichts getragen hatten, während der Blütezeit Bienenvölker und konnte eine Ernte von 12 Ztr. Kirschen dadurch erzielen. Zahlreiche weitere Beispiele hat Ewert (1929) geliefert, nachdem schon früher Zander (1913) und Fechner (1927) in Isolierversuchen an Blüten die gleichen Ergebnisse sicherstellen konnten, die sich bereits in einem klassischen Versuch Darwins mit Weißklee ergeben hatten. Die meisten insektenblütigen Pflanzen setzen gar keinen Samen oder keine Früchte an, wenn der Insektenbeflug durch Gaze-Isolierung ausgeschlossen wird. Die wenigen Ausnahmen, die zur Eigenbestäubung fähig sind, weisen vermehrten und verbesserten Ertrag auf, wenn reger Bienenbeflug die Fremdbestäubung sicherstellt. Die Arbeiten von Ewert (1929) und neuerdings von Rudloff und Schanderl (1934) stellten die innigen Zusammenhänge zwischen Vater- und Muttersorten bei den Obstgewächsen auch bei uns klar, nachdem mehrere inzwischen klassisch gewordene Mißerfolge amerikanischer Obstbauer mit einseitigen Anpflanzungen, z. B. der „Williams Christbirne" in Virginia oder der drei Kirschensorten, „Bing", „Lambert" und „Bigarreau Napoleon", zu der Entdeckung geführt hatten, daß die schlechten Erträge vieler einseitiger Anpflanzungen auf die Selbstunfruchtbarkeit der Blüten der betreffenden Obstarten zurückzuführen ist. Als Nachweis für die Tatsache, daß diese Kenntnis jedoch bei uns noch viel zu wenig in der Praxis berücksichtigt wird, findet sich in der Arbeit von Rudloff und Schanderl (1934) ein kennzeichnendes Beispiel. Ein Obstbauer, der im Jahre 1928 440 Stück Schattenmorellen einer bestimmten Sorte angepflanzt hatte, die — 3 m breit und 4 m hoch — alljährlich weiß von Blüten waren, ohne auch nur eine Frucht zu bringen, gab in einer Zuschrift seine Absicht kund, gegen die Baumschule, die ihm diese Pflanzen geliefert hatte, einen Prozeß um den Wert von 250—300 Ztr. Kirschen anzustrengen, die ihm diese Pflanzung jährlich hätten bringen müssen. Die wirkliche Ursache für die Ertragslosigkeit war aber die Tatsache, daß der betreffende Obstbauer von den verschiedenen Typen der Schattenmorellen ausgerechnet den selbstunfruchtbaren Typ gepflanzt hatte. Für die Befruchtung mit anderen Pollen fehlten offenbar in der Nähe gleichzeitig blühende andere Kirschensorten — und die Bienen.

Die neueren Lehrwege des Obstbaues bauen sich auf dieser Erkenntnis von der richtigen Auswahl gut zueinanderpassender Vater- und Muttersorten auf. Dabei erweist sich aber aus den vorgenannten Beispielen erst recht die Notwendigkeit eines regen Verkehrs der blumensteten Honigbienen zwischen den Blüten der verschiedenen Apfel-

Birnen- und Kirschensorten, bei denen gewiß nicht der Wind die Pollenübertragung besorgen kann, wie das allen Ernstes noch vor wenigen Jahren von Gartenbaufachleuten gelehrt wurde, die in der alten Schulausbildung nichts von der Bedeutung des Bienenbeflugs für den Obstbau erfahren hatten.

Flächenmäßig sind der deutschen Obst- und Samenerzeugung Grenzen gesetzt, die wir bald erreicht haben werden. Aus den angeführten Beispielen dürfte sich aber die Erkenntnis ergeben, daß in der richtigen Sortenwahl und vor allem in der Sicherung eines ausreichenden Bienenbeflugs noch Quellen zu erheblichen Ertragssteigerungen gegeben sind, die wir längst nicht genügend ausnutzen.

3. Beeinträchtigungen der Bienenzucht durch Maßnahmen des Pflanzenschutzes.

In dem gleichen Grade, in dem die Bienen als Freunde der Pflanzen aus den Blüten Überschüsse an Nektar und Pollen holen, sind leider an den gleichen Orten die Schädlinge daran interessiert, sich ihren Lebensunterhalt auf Kosten der gebildeten Früchte und Samen zu erwerben. So kommt es, daß Bienenzucht und Pflanzenschutzdienst durch Maßnahmen, mit denen die eine Seite den Fruchtansatz vermehren und die andere die Früchte erhalten will, miteinander gelegentlich in unvorteilhafte Berührung kommen.

Auch die Mittel zur Unkrautbekämpfung enthalten oft Stoffe, die den Bienen schädlich werden, wenn sie von blühenden Unkräutern angelockt worden sind. Zu Nachteilen für die Bienenzucht kann es also durch Pflanzenschutzmaßnahmen kommen, bei denen bienengiftige Schädlingsbekämpfungsmittel an Stellen verbracht werden, von denen die Bienen den Nahrungsbedarf ihres Volkes in Form von Blütenstaub oder Pollen, Nektar und Wasser holen.

Von Bienenschäden ist nicht zu reden, wenn etwa einige Flugbienen durch die Aufnahme von Nektar umkommen, in den Giftstoffe gefallen sind. Merkliche wirtschaftliche Schäden treten erst dann auf, wenn fast alle Flugbienen vernichtet werden. Denn dann bleiben die Völker ertragslos. Verluste ganzer Völker kommen hinzu, wenn das Gift mit dem Blütenstaub im Stock aufgespeichert wird und nun hauptsächlich die jungen Bienen so massenhaft an Vergiftung zugrundegehen, daß auch die Brut in den Stöcken nicht mehr gepflegt und erwärmt werden kann.

Für die Ermittlung von bienengiftigen Schädlingsbekämpfungsmitteln sind daher Laboratoriumsuntersuchungen an Einzelbienen weniger maßgeblich als die praktischen Erfahrungen mit den Auswirkungen der Freilandbekämpfung von Schädlingen. So kommt es, daß

gewisse Pflanzenschutzmittel sich im Laboratoriumsversuch auch für Bienen giftig erweisen, daß man sie jedoch nur in seltenen Fällen für größere Bienenschäden verantwortlich machen kann. Fast alle schwefelhaltigen Mittel, mit denen man den Pilz- und Milbenbefall an Nutzpflanzen bekämpft, pflegen die Bienen schon durch ihren Geruch abzuschrecken, ebenso das Obstbaumkarbolineum, das unter anderem zur Blutlausbekämpfung angewendet wird. Unter den Kontaktgiften hat das Nikotin ebenfalls fraßabschreckende Wirkung. Der Wirksamkeit als Berührungs- und Atemgift, die Nikotin mit Derris- und Pyrethrumpräparaten gemeinsam hat, wissen sich die Bienen im allgemeinen so zu entziehen, daß größere Schäden bei Bekämpfungsmaßnahmen mit Kontaktgiften nicht auftreten. — Interessant ist eine spezifisch höhere Empfindlichkeit der Blattläuse für Derrisextrakt, während die Honigbienen umgekehrt leichter der Giftwirkung von Pyrethrumextrakt zum Opfer fallen als die Blattläuse (Ginsburg und Schmitt 1932). Derrispräparate verdienen also mit Rücksicht auf die Bienenzucht den Vorzug. — Neben fluor- und bleihaltigen Insektiziden haben kupferhaltige Präparate zur Unkrautbekämpfung (Hederich, Ackersenf) bzw. Reblausbekämpfung die größte praktische Bedeutung und wohl auch die höchste Giftwirkung auf Bienen. Jedoch wird die geringste tödliche Menge, die nach Borchert (1930) zwischen 8,8 und 9,3 mmg metallischem Kupfergehalt, nach Böttcher (1935) bei etwa 3 mmg, liegt, in Freiland-Verdünnungen nur in Ausnahmefällen bei der Hederichbekämpfung erreicht. Borchert (1934) und Böttcher (1935 bzw. 1937) halten daher die Anwendung von kupferhaltigen Mitteln bei einiger Rücksichtnahme auf den Bienenflug nicht für gefährlich.

Einhelligkeit besteht jedoch bei fast allen Untersuchern über die außerordentlich starke Wirkung von arsenhaltigen Präparaten auf die Bienen. Die geringste tödliche Menge liegt nach Untersuchungen von Böttcher, Borchert, Himmer und Geinitz zwischen 0,2 und 0,5 mmg metallischem Arsen. Diese Zahlen für die *dosis letalis minima* geben zwar kein eindeutiges Bild. Denn es wurde gelegentlich durch Untersuchungen von Bienenkörpern und Pollenwaben ein weit höherer Arsengehalt festgestellt, ohne daß wesentliche Vergiftungserscheinungen zu merken waren. Das erklärt sich daraus, daß nur die Arsenmenge wirksam wird, die in den Darm der Einzelbiene gelangt, daß man aber bei den seitherigen Untersuchungsmethoden auch alle Arsenbestandteile miterfaßt, die anderweitig am Körper der Bienen haften, ohne auf die Verdauungsorgane zu wirken. Immerhin läßt der Unterschied zwischen einer ziemlich einhellig angenommenen Menge von 0,2 bis 0,5 mmg beim Arsen gegenüber 3 bis 9 mmg beim metallischen Kupfer die überragende Gefährlichkeit arsenhaltiger Schädlingsbekämpfungsmittel deutlich erkennen.

Ganz besonders gefährlich hat sich die Anwendung von Arsenstäubemitteln gezeigt. Gegen Kiefernspanner und Eichenwickler wurden große Mengen Calciumarsenat vom Flugzeug aus über Waldungen in der Gegend von Sorau (1925), in den Kreisen Minden, Hersfeld, Belgrad (Pommern) und bei Geifenfeld in Oberbayern (1926 und 1927) verstäubt. Die genannten Bestäubungsaktionen hatten das restlose Eingehen von 150 bis 250 Bienenvölkern im Umkreis von 5 km zur Folge. Die schwerste Massenvergiftung von Bienen durch Schädlingsbekämpfungsmittel schilderte Himmer (1934) als Folge des Großkampfes gegen die Forleule im Nürnberger Reichswald im Jahre 1931, bei der die arsenhaltigen Mittel „Meritol" und „Forstesturmit" und das Kontaktmittel „Forestit" angewandt wurden. Es gingen an Völkern, die in dem Bestäubungsgebiet belassen wurden bzw. später wieder zuwanderten, 1073 ein, und 358 wurden schwer geschädigt. Die Wirkung der Flugzeugbestäubung war auf Entfernungen bis 7 km um das Waldgebiet festzustellen. Schädigungen bei Benutzung eines Motorzerstäubers traten nur bis zu 3 km Entfernung auf. In der Bekämpfung von Forstschädlingen haben diese Erfahrungen zum Ersatz von Arsenmitteln durch Pyrethrum- oder derrishaltige Kontaktpräparate geführt. Diese ergaben ebenfalls gute Wirkung auf die Schädlinge, ohne die Bienenzucht in so hohem Maße zu beeinträchtigen.

Von ähnlichem Umfang und durch die alljährliche Wiederkehr der Bekämpfungsmaßnahmen von vernichtender Wirkung auf die Bienenzucht haben sich arsenhaltige Mittel im Weinbau gezeigt. Die Anwendung von Stäubemitteln zeigte sich nach einem Bericht von Stellwaag besonders in den Qualitätsweinbaugebieten sehr stark, in denen das Stehenlassen von Graszeilen zwischen den einzelnen Weingärten üblich ist. Von geringerer, aber immer noch verheerender Schadenwirkung hat sich besonders in der Pfalz die Anwendung von arsenhaltigen Spritzmitteln gezeigt. In der Saarpfalz allein wurden im Jahre 1937 bis 8 km im Umkreis von arsenbestäubten Weinbergen 362 Völker vernichtet und etwa 500 weitere bis 80% geschwächt. — Leider läßt die Bekämpfung des Heu- und Sauerwurms heute noch keinen wirksamen Ersatz für das Arsen zu.

Ebenso muß der Kartoffelkäferbekämpfung im Hinblick auf die außerordentliche Gefahr, die unserer Volksernährung durch den Coloradokäfer erwachsen kann, die Anwendung der wirksamsten, d. h. der arsenhaltigen Mittel an den Fundstellen zugestanden werden. Der plötzliche Einsatz, der bei der Abwehr des Kartoffelkäfers notwendig ist, hat nach dem Bericht des Abwehrdienstes im Jahre 1937 197 Bienenvölkern das Leben gekostet und an 2000 stark geschwächt. Die Ursache ist hauptsächlich im Beflug von blühenden Unkräutern in den Kartoffelfeldern zu suchen.

Dagegen ist es erfreulich, festzustellen, daß im Obstbau einmal durch das Verbot des Spritzens in die offene Blüte und dann durch die Suche nach Spritzfolgen, die während der Vor- und Nachblütenspritzung das Arsen vermeiden, eine zunehmende Verringerung der Bienenschäden angestrebt und erreicht wird. Immerhin verdient aus dem Bericht Rentschlers auf einer Tagung in Geisenheim im Oktober 1937 die Tatsache Erwähnung, daß ein einziger Obstbaumwart, der mit arsenhaltigen Mitteln ohne Rücksicht auf die Jmkerei in die Blüte spritzen ließ, in einem Dorf für 3000 RM. Bienenschäden angerichtet hat. Weitere Schäden sind vor allem in Württemberg noch im letzten Jahr durch zu frühe Nachblütenspritzungen entstanden. — Ausführlichere Zusammenstellungen der Schäden, die in Forstwirtschaft, Obst-, Feld-, Gemüse- und Weinbau bis zum Jahre 1936 aufgetreten sind, finden sich bei Böttcher (1937).

Einen neuzeitlichen Großversuch über die Obstbaumspritzung und über die Bienenhaltung im Altenland hat Loewel, der Leiter der Obstbauversuchsanstalt Jork, durchführen lassen (nach einem Bericht auf der Geisenheimer Tagung Oktober 1937). Man hat auch in diesem Gebiet, das dicht bei Hamburg auf 5000 ha Land zwei Millionen Obstbäume beherbergt, ohne Schwefelkalkbleiarsenat nicht auszukommen geglaubt. Die Folgen der Aufnahme dieses Spritzmittels waren an den 8—10000 Wandervölkern, die alljährlich das Alteland besuchen, im Jahre 1934 so sehr zu spüren, daß in den Jahren 1935 und 1936 den fremden Imkern versuchsweise der Eintritt in das Alteland durch Polizeiverordnung verwehrt wurde und daß von den Obstbauern eigene Bienen angeschafft werden sollten. Es kamen aber nicht mehr als 2—3000 (gegenüber früher 10000) Bienenvölker zusammen und die Kirschenerträge ließen in den bienenarmen Gebieten trotz Düngung und guter Außenbedingungen gewaltig nach. Damit erwiesen sich Abhilfemaßnahmen als dringend notwendig. Versuche wurden angestellt, die nachstehende bienenungefährliche Spritzfolge zum Ergebnis hatten:

1. Februar—März: Karbolineum,
2. Schwefelkalk als Vorblütenspritzung,
3. Ob. 72 (ein Präparat der J.G. Farben-Jndustrie)

statt Nosprasit gegen Fusikladium und Quassiabrühe gegen die Pflaumensägewespe während und nach der Blüte.

Vor allem sind nun die Schlüsse interessant, die von den Obstbauern aus den eigenen Erfahrungen mit einem geringen Bienenbesatz ihres Gebietes in den zwei Jahren gezogen worden sind. Eine Rundfrage bei 369 Obstbauern des Altenlandes hatte folgende Ergebnisse:

1. Mit zwei Ausnahmen stehen alle 369 Altbauern auf dem Standpunkt, daß genügend Bienenvölker während der Blütezeit für die Sicherung der Erträge unbedingt notwendig sind.
2. Jeder ist bereit, im Interesse der Schonung der fremden Bienen Opfer bei der Schädlingsbekämpfung zu bringen, ja, es wird sogar von einer Reihe von Obstbauern betont, daß die Transport- und Aufstellungskosten gerne übernommen würden.
3. Von 369 Obstbauern sprachen sich 259 (70 v. H.) für ein Verbot aus, mit den gefährlichen arsen- und kupferhaltigen Spritzmitteln in der Zeit vom 25. April bis zum 23. Mai 1938 zu arbeiten; 28 Bauern halten das Verbot nur während der Kirschblüte für notwendig. Gegen jedes Verbot der Spritzung sprechen sich nur 35 aus („Deutscher Jmkerführer" H. 11, 1938).

Aus diesem Großversuch wie aus den oben geschilderten Einzelerfahrungen ergibt sich wohl zur Genüge, wie die Erkenntnis, daß eine ordentliche Bestäubung und Befruchtung der Blüten einer Schädlingsbekämpfung vorausgehen muß, schon Allgemeingut vieler Leute geworden ist, welche die Zusammenhänge mit offenen Augen verfolgen.

4. Verhütung von Bienenschäden bei der Schädlingsbekämpfung.

Die Konflikte, die sich aus der Verwendung von Arsenmitteln im Großkampf gegen Schädlinge mit der Bienenzucht ergeben haben, führten in der Nachkriegszeit m. W. dreimal zu einer Fühlungnahme zwischen den Vertretern des Pflanzenschutzes bzw. der Schädlingsbekämpfung und der Imkerei. Auf einer ersten Besprechung, die von der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft gemeinsam mit dem damaligen Reichsausschuß für Bienenzucht im Jahre 1930 einberufen wurde, konnte ich im Privatgespräch mit maßgebenden Fachleuten des Obstbaues noch einiges Erstaunen und manchen Zweifel über die dort erörterten Zusammenhänge zwischen Bienenzucht und Fruchtertrag feststellen. Bei der 9. Tagung der Entomologischen Gesellschaft im Erlanger Landesinstitut für Bienenzucht im Jahre 1933 ergab sich schon aus der Wahl des Tagungsortes die Erkenntnis, daß sowohl die Bekämpfer der Schädlinge wie die Förderer der nützlichen Insekten bereit waren, gemeinsame Wege zur Verhütung von Bienenschäden bei wirksamer Schädlingsbekämpfung zu finden. Ganz besonders trat dieser Wille schließlich bei der Arbeitsbesprechung hervor, die von der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft gemeinsam mit der Reichsfachgruppe Imker, dem Deutschen Pflanzenschutzdienst und Vertretern des deutschen Obstbaus im Oktober 1937 in Geisenheim stattfand. Das Hauptergebnis der Berichte, die auf dieser Tagung erstattet wurden, ist neben der Zusicherung der teil-

nehmenden Stellen, die begonnene Zusammenarbeit planmäßig fortzusetzen, das folgende Merkblatt.

Vorschriften zur Verhütung von Bienenschäden beim Gebrauch giftiger Pflanzenschutzmittel.

Der Bauer wie der Gärtner brauchen den Jmker mit seinen Bienen, wenn sie gute Samenerträge und reiche Obsternten haben wollen. Der Imker verdankt dafür den größten Teil seiner Honigernte dem Blütenreichtum der Felder und Gärten. Deshalb dürfen Giftmittel gegen Pflanzenschädlinge niemals so angewendet werden, daß die Bienen zu Schaden kommen. Der Imker muß aber auch die Notwendigkeit solcher Schädlingsbekämpfung einsehen und sie verständnisvoll fördern helfen, indem er sich mit seinen Bienen darauf einrichtet.

1. Bauer! Gärtner!

1. Beachte die Gesetze und polizeilichen Vorschriften!
2. Wende Gift nur an, wenn unumgänglich nötig!
3. Spritze und stäube nicht in die Blüte! (Ausnahmen: Rebe, Kartoffel und Spargel.)
4. Benachrichtige rechtzeitig die Imker!
5. Spritze und stäube in der Nähe von Bienenständen nur außerhalb der Flugzeit und nur nach vorheriger Verständigung mit dem Imker!
6. Sei vorsichtig bei der Arbeit mit Giftmitteln!
   a) Verschütte nichts bei der Bereitung, bei der Beförderung und beim Einfüllen!
   b) Bedecke verschüttetes Gift sofort mit Erde!
   c) Beachte die Windrichtung, damit das Gift nicht auf benachbarte blühende Pflanzen kommt!
   d) Achte darauf, daß blühende Unter- und Zwischenkulturen, Unkräuter, Bienentränken und Wasserstellen nicht getroffen werden!

II. Imker!

1. Verschließe dich nicht der Notwendigkeit der Schädlingsbekämpfung, hilf mit!
2. Beachte auch du die Gesetze und die polizeilichen Vorschriften!
3. Sorge für eine zweckmäßige Bienentränke.
4. Führe nicht jedes Bienensterben auf die Schädlingsbekämpfung zurück!
5. Sammle bei Schadenfällen die toten Bienen und schicke sofort eine Probe von mindestens 300 Stück in einem festen Kästchen und ein Stück Pollenwabe von mindestens 10 mal 10 cm Größe an die von der RfgrJ. bezeichnete Stelle.

III. Sachverständiger!

Beachte bei der Empfehlung und dem Vertrieb giftiger Pflanzenschutzmittel immer:

1. Beachte stets streng die Gesetze und polizeilichen Vorschriften!
2. Rate zur Anwendung giftiger Pflanzenschutzmittel nur dann, wenn eine unbedingte Notwendigkeit vorliegt, d. h. wenn derselbe Zweck mit ungiftigen Mitteln oder anderen ungefährlichen Verfahren nicht erreicht werden kann!
3. Prüfe stets sorgsam, ob unter gegebenen örtlichen Verhältnissen der Gebrauch giftiger Mittel ohne besondere Gefährdung von Menschen, Vieh und Honig-

bienen möglich ist und der zu erwartende Erfolg das mit einem solchen Gebrauch stets verbundene Wagnis gerechtfertigt erscheinen läßt!

4. Prüfe stets ebenso sorgsam, ob diejenigen Personen, denen die Anwendung der Mittel anvertraut wird, die erforderliche persönliche Gewähr für die sachliche Anwendung der Mittel bieten!
5. Nimm stets Fühlung mit den örtlichen Stellen der RfgrJ., besonders vor Einleitung größerer Bekämpfungsmaßnahmen!

IV. Hersteller und Händler!

1. Beachte die Gesetze und die polizeilichen Vorschriften!
2. Nimm bei der Werbung für den Vertrieb giftiger Pflanzenschutzmittel weitgehend auch auf die Notwendigkeit des Schutzes der Bienen Rücksicht. Halte die Werbeschriften so, daß sie nicht zu einer die Bienen gefährdenden Anwendung der Mittel verleiten können!
3. Gib bei jeder Empfehlung oder Abgabe giftiger Pflanzenschutzmittel eine gründliche Belehrung über die Giftigkeit der Mittel und über die bei ihrem Gebrauch zu beachtenden Vorsichtsmaßregeln!

Diesen Vorschriften liegt der Sinn einer gegenseitigen Rücksichtnahme zugrunde. Einzelwünsche haben hinter dem Gesamtinteresse zurückzustehen. Die Wege, auf denen der Gesamtheit am besten gedient ist, sind in weiterer Zusammenarbeit zu ermitteln. —

Aus meiner seitherigen Kenntnis der Berührungspunkte zwischen Pflanzenschutz und Bienenzucht scheinen mir darüber hinaus noch nachstehende Folgerungen notwendig:

Die Bienenzucht wird in manchen Gebieten hinter höheren wirtschaftlichen Gesamtinteressen zurückstehen müssen. Ebenso wie in der Nähe von Blei- und Silberhütten, deren Arsenabscheidungen, z. B. in Freiberg in Sachsen, in Haan bei Elberfeld oder in Braubach am Rhein, die Haltung von Bienenvölkern auf die Dauer unmöglich machten, wird auch in der Nähe des reinen Weinbaugebietes die Bienenzucht unter Umständen der Notwendigkeit einer energischen Arsenbekämpfung von Schädlingen gänzlich weichen müssen. Bei der Beurteilung der gesamtwirtschaftlichen Interessen wird allerdings mitzubedenken sein, daß das Verschwinden der Bienenzucht auch einer Unwirtschaftlichkeit des Obstbaues in den betreffenden Gebieten gleichzusetzen ist. Es wird ferner zu prüfen sein, ob die Arsenverbreitung, die z. B. in den Industrieabscheidungen in Haan bei Elberfeld zum Eingehen von Weidekühen und in der Nähe von Tharandt (Prell 1937) zum Eingehen von Rotwild Anlaß gegeben hat, nicht auch den Menschen gefährlich wird. — Die Schutzvorschriften der Vereinigten Staaten von Nordamerika, die für Wein und Süßmost einen Höchstgehalt von Arsen ebenso vorschreiben, wie das Deutsche Reich bei amerikanischen Äpfeln die Einfuhr nur zuläßt, wenn ein bestimmter Höchstgehalt an Arsen nicht überschritten wird, zeigen, daß man diesem Problem auch von seiten der menschlichen Hygiene Aufmerksamkeit widmet. —

Der Kartoffelkäferabwehrdienst kann nicht auf das Arsen verzichten. Den guten Willen, Bienenschäden zu verhüten, den er bereits durch die Veranlassung von Verordnungen zur Beseitigung aller blühenden Unkräuter in den bedrohten Kartoffelbaugebieten zum Ausdruck gebracht hat, wird er wohl auch weiter zeigen, indem er die Jmker möglichst frühzeitig vor Beginn der Aktionen benachrichtigt. — Das Einsperren von Bienen während der Dauer von Bekämpfungsmaßnahmen, das Füttern im Stock oder das Weglocken durch Anlegen einer Tränke oder anderer Futterstellen ist jedoch nicht möglich. Vorschriften, die bei den früheren Großbekämpfungen von Forstschädlingen in diesem Sinne erlassen wurden, zeugen von keiner Kenntnis der Möglichkeiten, die in der Hand des Züchters liegen. —

Soweit Bienenverluste durch das Einschleppen von Gift mit dem Trinkwasser entstehen können, das Bienen etwa von bespritztem Obst oder Unterkulturen heimholen, kann der Jmker allerdings vorbeugendermaßen etwas tun, indem er eine Bienentränke mit fließendem Wasser anlegt und seine Bienen vom frühesten Frühjahr an an diese Tränke gewöhnt. Die Rfgr. Jmker empfiehlt ihren Mitgliedern auch aus seuchenhygienischen und Zuchtgründen die Anlage derartiger Tränken.

Im Weinbau wie bei manchen gartenbaulichen Maßnahmen wird der Verzicht auf das Stäuben zugunsten des Spritzens mit Arsenmitteln und die genaue Einhaltung der Termine, bis zu denen die Arsenanwendung zulässig ist, weiter zu einer Verringerung der Bienenschäden führen.

Die Vorsorge für die Gesundheit der Menschen wie des Wildes und der Bienen läßt die Vermeidung des Arsens auch auf den vorgenannten Gebieten, auf denen bis heute ergebnislos nach anderen Möglichkeiten zur Schädlingsbekämpfung gesucht wurde, immer als wünschenswert erscheinen. Als besonders glücklich werden alle Beteiligten z. B. solche Lösungen begrüßen, wie sie Blunck nach einer Mitteilung auf der Geisenheimer Tagung gegen den Rapsglanzkäfer und den Kohlschotenrüßler gefunden hat. Die Verbesserung eines mechanischen Fanggerätes zeigte sich erfolgreicher und billiger als die vorher propagierte Giftanwendung, die mit dem Schädling die Bienen vernichtete. Man darf nur hoffen, daß derartige Vorbilder auch auf anderen Gebieten bessere Wege zur Schädlingsbekämpfung erschließen.

Das gilt ganz besonders für den Obstbau, der in weiten Gebieten heute während der Blütezeit durchaus ohne Arsenanwendung auskommt und der sicherlich bienenunschädliche Spritzfolgen nach dem Vorbild von Jork auch in anderen Gegenden ausprobieren und anwenden kann.

Überall wird es darauf ankommen, daß die sachgemäße Durchführung der Schädlingsbekämpfung gesichert ist. Ich glaube, die Wünsche der Imker mit denen der Obstbauer und des Pflanzenschutzdienstes zu vereinigen, wenn ich an alle maßgebenden Stellen die Bitte richte, doch möglichst bald dafür zu sorgen, daß dem Obstbau wie der Schädlingsbekämpfung in allen Verwaltungskreisen zuverlässige und geschulte Obstbautechniker zur Verfügung stehen. Es liegt ja bestimmt nicht im Sinne der Sache, daß z. B. vom Amtsgericht Marburg im Mai 1938 ein junger Mann mit Gefängnis bestraft werden mußte, weil er sich die Schädlingsbekämpfung bezahlen ließ, die er mit einem verdünnten Herdputzmittel durchgeführt hatte. Ich fürchte auch, daß die vorjährige Feststellung des Kreisobstbauinspektors in Fritzlar, der bei der Nachprüfung von Spritzbrühen, die ein Helfer angesetzt hatte, eine außerordentliche Streckung des Spritzmittels mit Wasser feststellte, nicht allein steht.

Die Schädlingsbekämpfung kann nur dann von Erfolg begleitet sein, wenn sie einheitlich an allen gleichartigen Kulturen gleichzeitig und wirksam durchgeführt wird. Dazu wird es eines immer ausgedehnteren Stammes von zuverlässigen und geschulten Sachverständigen bedürfen, die entweder diese Arbeiten allein durchführen oder doch eine gewissenhafte Aufsicht über ihre Hilfskräfte aufrechterhalten können. Die Notwendigkeit, giftige Pflanzenschutzmittel ausschließlich durch unbedingt zuverlässige und geschulte Leute anwenden zu lassen, ergibt sich m. E. auch aus allen sonstigen Vorschriften, die für den Umgang mit so gefährlichem Gift, wie es Arsen für Menschen und Tiere darstellt, getroffen sind. Mit der Versorgung des deutschen Obstbaus durch immer mehr und immer besser geschulte technische Hilfskräfte sind ja auch die Fortschritte in der richtigen Anlage, Auswahl und Pflege der Kulturen so gegeben, daß der Gesamterfolg m. E. die Ausgaben besser lohnend machen wird als die jährlichen Mittel, die für eine weniger überwachte Schädlingsbekämpfung seither mit unvollständiger Wirkung ausgegeben werden müssen.

Wenn das gesamtbiologische Denken in der Ausbildung aller am Obstbau und am Pflanzenschutz beteiligten Stellen, das heute auf allen Gebieten wieder einzuziehen beginnt, die Zusammenfassung aller speziellen Förderungsmaßnahmen erleichtert, dann zweifle ich nicht daran, daß Mißstände, wie die vorgeschilderten, sich immer mehr verringern und daß die Erträge der Wirtschaftsgüter, die unsere Volksernährung sichern, sich weiter steigern werden. Zeigen doch auch die Beiträge in diesem Heft, in denen ich im Kreise von Biologen ganz anderer Arbeitsrichtung dankbar unseres gemeinsamen Lehrers, des Geh. Reg.-Rats Prof. Dr. E. Korschelt, gedenken darf, daß allen spezialisierten Fachleuten, die hier zu Worte kommen, das Zusammenwirken zum

Wohle des Ganzen auch auf ihren Sondergebieten nicht schwer fällt, nachdem ihnen ein verehrter Lehrer in der Anleitung zu gründlicher biologischer Arbeit auf einem Sondergebiet die Augen für die großen Zusammenhänge alles Lebendigen geöffnet hat.

5. Schrifttum.

Borchert, A., Untersuchungen über die Giftwirkung kupferhaltiger Verbindungen bei den Bienen. — Berliner Tierärztliche Wochenschr., Jg. 46, 84, 1930.

Böttcher, F. K., Die Wirkung der chemischen Schädlingsbekämpfung auf die Bienenzucht. — Anz. Schädlingskunde, XIII. Jg., H. 9/10, 1937.

Ewert, R., Blühen und Fruchten der insektenblütigen Garten- und Feldfrüchte unter dem Einfluß der Bienenzucht. Neudamm 1929.

Fechner, E., Untersuchungen über die Einwirkungen eines Rückganges der Bienenzucht auf den Samenertrag einiger landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. — Arch. f. Bienenkunde, 8, H. 2/3, 1927.

Ginsburg, M. J. und Schmitt, J. B., A comparison between rotenone and pyrethrines as contact insecticides. — J. econ. Ent., **25**, 918, 1932.

Himmer, A., Über die Einwirkung arsenhaltiger Stäubemittel auf die Bienen. — Verh. Deutsch. Ges. angew. Entom., Berlin 1934.

Prell, H., Die Schädigung der Tierwelt durch die Fernwirkungen von Industrieabgasen. — Arch. Gewerbepathologie u. Gewerbehygiene. **7**, H. 5, Berlin 1937.

Rudloff und Schanderl, Die Befruchtungsverhältnisse bei unseren Obstgewächsen. Wiesbaden 1934.

Zander, E., Das Leben der Biene (Handbuch d. Bienenkunde IV) Stuttgart 1913. Obstbau und Bienenzucht. — Erl. Jahrb. f. Bienenkde., **8**, 1930. Bienenkunde im Obstbau. Stuttgart 1936.

Weiteres Schrifttum s. bei Böttcher (1937), Ewert (1929) und Zander (1936).

Berichte.

I. Allgemeines, Grundlegendes und Umfassendes.

Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Mit besonderer Berücksichtigung von Deutschland, Österreich und der Schweiz. — Zum Gebrauche in den Schulen und zum Selbstunterricht. Von Dr. phil. Gustav Hegi, weiland a.o. Prof. an der Universität München. Bd. I. Zweite neubearbeitete Auflage. Herausgegeben von Prof. Dr. K. Sueßenguth. J. F. Lehmanns Verlag, München 2, SW. Pr. geh. 30 *M* — Lwd. 33 *M* — Halbleder 38 *M*. —.

Das Monumentalwerk „Hegis Illustrierte Flora von Mitteleuropa" und das prompte Erscheinen von 13 Bänden in Großlexikon-Format mit reichster Illustration durch Farbentafeln und mit üppigster Textausschmückung durch zahllose Schwarzbilder wirkte wie ein Wunder. Es war die großartigste Überraschung und Leistung der wissenschaftlichen Leitung und des Buchdruck-Könnens durch Druckerei und Verlag.

Die Herausgabe eines Bandes hätte schon größte Bewunderung erregt und nun sind in ruhiger Folge, wie am laufenden Bande, 12 Buchbände in

gleicher Stärke, Größe, Güte und Schönheit erschienen, gefolgt von dem ersten Bande einer neuen, zweiten Auflage. Wie ein Akrobat das Publikum durch unglaubliche und unerhörte Leistungen fasziniert, so haben Hegi und seine trefflichen Mitarbeiter einschließlich des Verlages und seiner Kräfte ein Werk geschaffen, wie ein ähnliches nicht existiert und mit einer gewissen Leichtigkeit und Selbstverständlichkeit bereits den ersten Band einer neuen Auflage uns auf den Tisch gelegt. Wer den rundlichen und behaglichen Schweizer Botaniker persönlich kannte, hätte nicht geglaubt, daß er der Schöpfer und Organisator unserer schönsten, besten und umfangreichsten Flora ganz origineller Art werden würde. Leider hat der nach Erscheinen seines Werkes in die Heimat Zurückgekehrte nicht mehr den ersten Band der zweiten Auflage gesehen; er kränkelte und starb allzu früh, ohne sich über das Erscheinen der zweiten Auflage freuen zu können, wie es uns vergönnt ist. Der neue Herausgeber gibt Gewähr, daß Hegis Flora in der neuen Auflage dieselbe bleibt mit all den hervorragenden Eigenschaften der ersten. Auch der Verlag, dem wir die höchste Anerkennung zollen, hat sich nicht geändert.

v. Tubeuf.

II. Nicht-infektiöse Krankheiten und Beschädigungen.

Nicolaisen, W. und W. Seelbach: Untersuchungen über die Kupfersulfatdüngung gegen Urbarmachungskrankheit und Lecksucht. Forschungsdienst **5**, 1938, 383—387 (mit 2 Abb.).

Nicolaisen, W.: Kupfersulfat gegen Urbarmachungskrankheit und Lecksucht. Mitteil. f. d. Landw. **53**, 1938, 339—340 (mit 2 Abb.).

In größeren Gebieten der schleswig-holsteinischen Geest treten Urbarmachungskrankheit und Lecksucht beim Rindvieh gleichzeitig in so starkem Umfange sowohl auf lange in Kultur befindlichem wie auf neukultiviertem Land auf, daß die verursachten Schäden eine Existenzfrage für die betr. Höfe bedeuten. In umfangreichen Versuchen wurde 1936/37 die Wirkung des Kupfersulfats auf den Pflanzenwuchs bestätigt und auf den Tierbestand geprüft. Durch Vergleich vollständig abgekupferter Betriebe mit solchen, die keinerlei Kupferdüngung erhielten, konnte festgestellt werden, daß im ersten Falle auch die sonst alljährlich auftretende Lecksucht ausblieb bzw. erkrankte Tiere wieder gesund wurden, während sich in den nicht mit Kupfer versorgten Betrieben die Lecksucht wie alljährlich einstellte und ihre Opfer forderte. Das auf gekupferten Flächen gewachsene Futter wurde im Gegensatz zu demjenigen von nichtbehandelten Böden gierig gefressen. Die Praxis hat daraufhin den neugewiesenen Weg zur Verhütung der Lecksucht sofort eingeschlagen, wobei sich schon die Verwendung recht kleiner Kupfergaben als erfolgreich erwies. Über die Rolle, welche das Kupfer bei der Behebung der Lecksucht auf dem Wege über das Futter spielt, läßt sich bisher nur sagen, daß bei Kupferdüngung urbarmachungskranker Pflanzen die sonst auftretende Lecksucht ausblieb oder geheilt wurde. Die Ergebnisse gelten nur für die auf den beschriebenen Heideböden auftretende Form der Lecksucht.

B. Rademacher (Bonn).

Balks, R. und O. Wehrmann: Magnesiamangelerscheinungen bei Feldversuchen zu Winterroggen auf leichtem Sandboden in Braunschweig. Die Ernährung der Pflanze **34**, 1938, 145—147 (mit 1 schwarzen und 6 bunten Abbildungen).

Nach Beobachtungen im Freiland und unter Heranziehung der Literaturangaben geben die Verfasser eine Beschreibung des Verlaufs der Magnesiummangelerscheinungen beim Winterroggen: Zuerst Chlorophyllanhäufungen, dann deren allmähliche Abschwächung bei gleichzeitiger Vergilbung der Blattränder, Auftreten größerer gelber bis gelbbrauner Flecken besonders nach der Blattspitze zu, Auftreten von Anthozyanfärbung besonders an der Blattspitze und den Blatträndern, fortschreitende Vergilbung unter teilweisem Wiederverschwinden des Anthozyans und schließlich völlige Ausbleichung und Vertrocknung des Blattes. Damit einher geht oft teilweises oder völliges Einrollen der Blätter nach innen. Die Beschreibung wird durch die Wiedergabe von 6 Farbaufnahmen auf einer Sonderbeilage wesentlich unterstützt.

B. Rademacher (Bonn).

Traulsen, H.: Die Lecksucht der Rinder in Schleswig-Holstein. Ein Beitrag zur Kenntnis der Möglichkeiten ihrer Bekämpfung und ihrer Ursachen. Die Landw. Versuchsstat. **128**, 1937, 89—125, mit 1 Abb.

Die Arbeit interessiert hier deswegen, weil sie auch die von Rademacher, Sjollema u. a. erörterten Zusammenhänge zwischen Heidemoorkrankheit und lecksuchtartigen Erscheinungen beim Vieh berührt. Die Untersuchungen des Verfassers ergaben, daß die Krankheit fast ausschließlich auf bestimmten Heidemoorböden, gelegentlich auch auf reinem Hoch- oder Niederungsmoor, insbesondere zwischen dem Nordostseekanal und der neuen dänischen Grenze auftritt. Eine Verbreitungskarte belegt das. Die Krankheitserscheinungen werden eingehend beschrieben. Befallen werden hauptsächlich Kälber und wachsende Rinder. Die Verluste sind sehr hoch. Es gelang, die Krankheit durch bestimmte Futtermischungen, die aufgeführt werden, zu verhindern bzw. zu heilen. Die Bodenuntersuchungen ergaben, abgesehen von der Feststellung sehr geringen Kaligehaltes der betreffenden Böden, keine Anhaltspunkte für die Krankheitsursache. Die Heuuntersuchungen erstreckten sich auf Gehalt an Rohprotein, Gesamtasche, Kali, Kalk, Magnesium, Natrium, Eisen, Kupfer, Mangan, Phosphorsäure, Kieselsäure, Schwefelsäure und Chlor. Die Untersuchungen auf Bor und Jod stehen noch aus. Das Heu der Lecksuchtbetriebe zeigte besonders geringen Gehalt an Kalium und Natrium, dagegen waren im Kupfergehalt keine Unterschiede zu gesundem Heu festzustellen. Allerdings muß hier bemerkt werden, daß die angegebenen Kupferwerte derart schwanken, daß methodische Fehler wahrscheinlich sind. Fünf gleichzeitig mituntersuchte Heuproben von lecksuchtkranken Schwarzwaldbetrieben zeigten im Gegensatz zu den Ergebnissen aus schleswigschen Proben nur halb so hohen Kupfer-, aber höheren Kaliumgehalt wie entsprechende gesunde Heuproben. Eine Untersuchung des von lecksuchtkranken Rindern gierig gefressenen Krautes von *Calluna vulgaris* und *Erica tetralix* ergab interessanterweise bei beiden Arten einen wesentlich höheren Gehalt an Kupfer, Mangan und Schwefel als im Heu.

B. Rademacher, Bonn.

Altergott, W. F. Über die Ursachen des Absterbens der Pflanzen bei hoher Temperatur. Berichte der Akademie d. Wissenschaften UdSSR. Moskau, H. 1, S. 79, 1936. (Russisch.)

Versuche (Versuchspflanze Weizen) zeigten, daß das Absterben der Pflanzen bei ansteigender hoher Temperatur infolge Ammoniakvergiftung eintritt.

M. Gordienko (Berlin).

Tagejew, S. Über die physiologische Wirkung der Beregnung zu verschiedenen Tagesstunden. — Die soz. Kornwirtschaft, H. 2, S. 24, 1935. (Russisch.)

Als Versuchspflanzen dienten Sommerweizen (harter Weizen „Meljanopus 061" und weicher Weizen „Eritrospermum 0341"), Sonnenblume u. a. Die Beregnung wurde in den Morgenstunden, am Tage und am Abend ausgeführt. Beregnung während der Tagesstunden übte keinen schädlichen Einfluß auf den Ertrag aus, Beregnung während der Morgen- bzw. Abendstunden bietet aber den Vorteil, daß man mit geringeren Wassermengen auskommt. Der Weizenertrag stellte sich bei Versuchen auf den am Tage mit 160 mm beregneten Parzellen ebenso hoch wie auf den mit 100 mm am Abend beregneten Parzellen. Das Befeuchten der Blätter bei der Beregnung führte zu verstärktem Öffnen der Spaltöffnungen, rief aber keine gesteigerte Transpiration der Pflanzen hervor. M. Gordienko (Berlin).

Terpilo, N. I. Über die Überwinterung des Weizens. (Die Regenerationsfähigkeit des Bestockungsknotens beim Winterweizen.) — Arbeiten des Instituts f. Pflanzenbau Charkow. Die soz. Kornwirtschaft, H. 5, S. 61, 1935. (Russisch.)

Im Bestockungsknoten sind Meristemgewebe und Pericykel sehr widerstandsfähig, sehr wenig dagegen Parenchymzellen und Korkgewebe. Das Absterben beginnt fast immer in dem unteren Teil des Bestockungsknotens im Zentralzylinder oder auch im Korkgewebe. Am empfindlichsten gegen Frost- und mechanische Beschädigungen sind die Sorten mit schwacher Regenerationsfähigkeit. M. Gordienko (Berlin).

Kan, L. I. Zur Frage der Bedeckung des Bodens. — Die Chemisierung d. soz. Landwirtschaft, H. 11—12, S. 161, 1935. (Russisch.)

Bedeckung des Bodens mit Papier erhöhte die Bodentemperatur durchschnittlich um 1—2° C, im Frühling mehr als im Sommer. Sie schützte die jungen Pflanzen vor Frost, verbesserte den Wasserhaushalt des Bodens durch Ausgleich der Feuchtigkeitsschwankungen, trug zur Erhöhung des Nitratgehalts im Boden und in den Pflanzen bei und verminderte die Verunkrautung bedeutend. Bedeckung mit Papier längs der Zwischenreihen (bei unbedeckten Reihen) zeitigte bessere Resultate als vollkommene Bedeckung. Bedeckung mit Moostorf sowie mit Sägespänen bewährte sich nicht.

M. Gordienko (Berlin).

Talybly, G. Die Bedeutung der Mikroelemente und des Verhältnisses Ca:Mg für das Pflanzenwachstum auf zu stark gekalkten Böden. — Die Chemisierung d. soz. Landwirtschaft, H. 7, S. 41, 1935. (Russisch.)

Gaben von kohlensaurem Magnesium vermochten die schädliche Wirkung überschüssiger Kalkgaben auf das Leinwachstum nicht zu beseitigen. Bor (in reiner Form, sowie in Gemisch mit anderen Spurenelementen) behob diese dagegen vollständig. Bei Mangel an Bor zeigten die untersuchten Pflanzen hohen Gehalt an N, P_2O_5 u. a. Ascheelementen, was wahrscheinlich mit der Störung der normalen Funktion der Pflanzenzellen zusammenhängt. Sie hindert die Pflanze daran, diese Elemente richtig auszunutzen.

M. Gordienko (Berlin).

III. Viruskrankheiten.

Tompkins, C. B.: A transmissible mosaic disease of cauliflower. — Journ. agr. res. **55**, 33—46; 1937.

Eine bisher nicht beschriebene Virose tritt in den kühlen Küstenländern Kaliforniens schädigend am Blumenkohl (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis*) auf. Der Befall überschreitet selten 30%. Sämtliche geprüften Handelssorten sind anfällig. Bei 7 weiteren Cruciferen tritt dieselbe Virose auf. Künstliche Infektion durch Behandlung mit Blattextrakten und Karborundumpulver gelang an 36 Blumenkohlsorten und 59 anderen Cruciferenarten bzw. -varietäten. Einige Cruciferen und Vertreter anderer Familien erwiesen sich im Versuch unanfällig. Als Überträger kommen Aphiden in Frage. Samenübertragung findet nicht statt. Die Untersuchung des Virus ergab in Vitro eine Lebensdauer von 14—15 Tagen bei 22° C. Inaktivierung erfolgt bei 75° C (während 10 Minuten) oder bei Verdünnungen über 1 : 2000. Die Symptome der Virose werden eingehend geschildert. Daxer (Geisenheim).

IV. Pflanzen als Schaderreger.

A. Bakterien.

Johnson, J.: Relation of water-soaked tissues to infection by Bacterium angulatum and Bact. tabacum and other organisms. — Journn. agr. res. **55**, 599—618, 1937.

Um eine schwere Schwarzfeuerinfektion des Tabaks hervorzurufen, müssen — nach neueren Untersuchungen Claytons — die Blätter mit Wasser infiltriert sein. — Auf Grund dieser Ergebnisse unternahm der Verfasser Infektionsversuche an wasserinfiltrierten Blättern. Er erzielte die Infiltrationen — im Gegensatz zu Clayton — von innen her, indem er hohen Wasserdruck auf Wurzelwerk oder abgeschnittene Stengel wirken ließ. Er erreichte so, je nach Art und Blattalter, in 15—60 Minuten 50—100%ige Infiltration. Bei hoher Luftfeuchtigkeit blieb die Infiltration 48 und mehr Stunden erhalten: bei geringer Luftfeuchtigkeit ging sie rasch zurück. Hauptversuchspflanzen waren Tomaten und Tabak. Infektionsversuche an nicht infiltrierten Blättern führten mit *Bacterium angulatum* nur zu leichten Infektionen an verschiedenen Solanaceen. Mit *Bact. tabacum* gelangen dagegen auch schwere Infektionen. Anders waren die Ergebnisse an künstlich „infiltrierten" Pflanzen. Hier rief auch *Bact. angulatum* schwere Infektionen hervor. Tomaten kollabierten beispielsweise schon nach 24—48 Stunden vollkommen. Auch an Rosaceen, Euphorbiaceen, Linaceen, Leguminosen, Geraniaceen, Urticaceen, Amaranthaceen und am Efeu ließen sich mit *Bact. angulatum* auf diese Weise Infektionen hervorrufen, dagegen nicht an verschiedenen Gramineen, Cruciferen und anderen Arten. *Bact. tabacum* war in seinem Verhalten gegenüber „infiltrierten" Pflanzen von *Bact. angulatum* nicht zu unterscheiden. — Dem Verfasser gelangen an künstlich „wasserinfiltrierten" Pflanzen, besonders an Tomaten, auch mit anderen pathogenen Bakterien und z. T. selbst mit Bakterien, die normalerweise nicht pathogen auftreten (z. B. *Bacillus coli*) Infektionen. Pilzinfektionen durch *Macrosporium solani* und *Septoria lycopersici* wurden durch Wasserinfiltration der Blätter begünstigt. — Verfasser glaubt, daß die Bedeutung der Infiltration wächst, wenn die Pathogenität des Parasiten sinkt. Mit Recht hebt er hervor, daß die Bedeutung der „Wasserinfiltration" neue Probleme über die Natur des Parasitismus, über Disposition und Anfälligkeit der Pflanzen eröffnet. Daxer (Geisenheim).

B. Pilze.

Stoll, K.: Der Apfelmehltau (*Podosphaera leucotricha* [Ell. u. Ev.] Salm.). Forschungsdienst, V, 513—522, 1938.

Verfasser gibt hier eine Übersicht über die bisher veröffentlichten Beobachtungen und Untersuchungen über Verbreitung und Bekämpfung des Apfelmehltaus. Die Zusammenstellung, in der 64 Veröffentlichungen von den Jahren 1830 bis 1936 verarbeitet sind, ist in folgende Abschnitte eingeteilt: Systematische Stellung und geographische Verbreitung; Grad der Spezialisierung; Die Voraussetzungen des Befalls, a) Keimung der Konidien, b) Resistenz und Anfälligkeit der Wirtspflanze, c) Einfluß von Klima, Boden und örtlicher Lage auf die Verbreitung des Mehltaubefalls; Die Folgen des Befalls; Bekämpfungsmaßnahmen. Mittmann (Geisenheim).

Mielke, J. L., Childs, T. W. and Lachmund H. G. Susceptibility to *Cronartium ribicola* of the four principal *Ribes* species found within the commercial range of *Pinus monticola*. — Journal of Agricult. research, **55**, 317—346, 1937.

Der Blasenrost der Kiefern, *Cronartium ribicola*, wurde im westlichen Nordamerika erstmals 1921 beobachtet, während er zu dieser Zeit im Osten, wo sich hauptsächlich *P. strobus* findet, weit verbreitet war. Im Westen kommen besonders *P. monticola* und *P. lambertiana* vor und als Uredo- und Teleutowirte die 4 *Ribes*-Arten *R. petiolare, R. inerme, R. viscosissimum* und *R. lacustre*. Die Untersuchungen befassen sich mit der Anfälligkeit dieser *Ribes*-Arten gegenüber *Cronartium ribicola* und ihrer Bedeutung für die Übertragung der Krankheit auf die Kiefern. Zahlreiche Infektionsversuche ergaben, daß *R. petiolare* äußerst anfällig ist und in Befallsstärke und Teleutosporenerzeugung der schwarzen Johannisbeere nahekommt. *R. inerme* ist ebenfalls stark anfällig. *R. viscosissimum* und *R. lacustre* sind widerstandsfähiger. Wenn die Zahl und Größe der Teleutoranken berücksichtigt wird, bedeuten *R. petiolare* und *R. inerme* wegen ihrer größeren Teleutosporenproduktion eine größere Gefahr für benachbarte Kiefern.

Mielke, J. L.: An example of the ability of *Ribes lacustre* to intensify *Cronartium ribicola* on *Pinus monticola*. — Journ. of Agricult. research **55**, 873—882, 1937.

In der oben besprochenen Arbeit von Mielke, Childs und Lachmund werden 4 *Ribes*-Arten angegeben, die im westlichen Nordamerika für die Übertragung von *Cronartium ribicola* auf Kiefern in Frage kommen. Zahlenmäßig am häufigsten findet man *Ribes lacustre*. Diese Art ist jedoch verhältnismäßig wenig anfällig und steht auch in der Produktion von Teleutosporen zurück. Die vorliegende Veröffentlichung berichtet über mehrjährige Beobachtungen in Br. Columbia an einem Kiefernbestand (*Pinus monticola*) von 9920 Bäumen, der durch Teleutosporen, die von *R. lacustre* stammten, infiziert wurde. 1917 oder 1918 wurden erstmals einige Bäume krank. 1922 waren über 3% und 1928 über 34% befallen. Über 16% der Bäume waren tot oder sehr schwer geschädigt. Aus den Beobachtungen geht hervor, daß *R. lacustre* eine viel größere Gefahr für *Pinus monticola* darstellt, als angenommen wurde und daß der Strauch ausgerottet werden muß, wenn er in der Nähe von Kiefernbeständen vorkommt, die vor Blasenrost geschützt werden sollen. Mittmann (Geisenheim).

Holz, W.: Versuche zur Bekämpfung der Perithezien von *Fusicladium dendriticum* (Wallr.) Fckl. mittels Kalkstickstoff. Zentralbl. f. Bakteriol. usw., 2. Abt., **97**, 466—469, 1938.

Die im Kampf gegen pilzparasitäre Krankheiten (Schwarzrost und dgl.) bisweilen vorgeschlagene Methode der Anwendung von Kalkstickstoff wird in Vorversuchen auf ihre Anwendbarkeit bei der Bekämpfung des Apfelschorfes geprüft. Die Möglichkeit, das *Venturia*-Stadium mit ungeöltem Kalkstickstoff zu bekämpfen, ist gegeben; die Perithezien in den abgefallenen Blättern werden nach der Behandlung an der Weiterentwicklung gehindert. Wenn auch das Ergebnis umfangreicherer Versuchsreihen noch abgewartet werden muß, scheint die Methode vor allem bei der Kompostierung schorfbefallener Blätter anwendbar zu sein. W. Herbst (Geisenheim/Rh.).

Friedrich, G.: Eine einfache Kontrolle des Fusicladiumsporenfluges (*Venturia inaequalis* (Cooke) Aderhold). — Die Gartenbauwissenschaft, **XI**, 457 bis 461, 1938.

Die Feststellung der günstigsten Spritztermine für die Bekämpfung des Fusicladiums macht eine Verfolgung des Ascosporenfluges notwendig. Es wird eine relativ einfache Methode des Sporenfanges beschrieben: in einer Kammer, durch welche die auf Sporen zu untersuchende Luft mittels Saugpumpe gesogen wird, sind reusenartig Deckgläschen mit Vaselineaufstrich zum Fang der Ascosporen befestigt. Die Ergebnisse von Sporenfangversuchen im Alten Lande (Frühjahr 1937) werden mitgeteilt und diskutiert.

W. Herbst (Geisenheim/Rh.).

Niemeyer, L.: Roter Brenner, Botrytis und Mauke. Wein und Rebe, 20. Jg., 68—73. 1938.

Die Arbeit beschäftigt sich mit der Möglichkeit und Notwendigkeit der Bekämpfung des Roten Brenners der Rebe (*Pseudopeziza tracheiphila*) und enthält eine Anleitung zur Vorhersage über das zu erwartende Auftreten der Krankheit. — Versuche zur Bekämpfung der Sauerfäule (*Botrytis cinerea*) mit verschiedenen Spritzbrühen führten zu keinem befriedigenden Erfolg. Die Wirkung der von der Praxis geschätzten Schmierseifenbrühe ist noch unklar. Da *Botrytis* nur an verletzten Beeren auftritt, ist in der wirksamen Sauerwurmbekämpfung gleichzeitig die beste *Botrytis*-Bekämpfung gegeben. — Die keine wirtschaftliche Rolle spielende Mauke (*Pseudomonas tumefaciens*) ist eine lokale Erkrankung des Rebstockes, die in den meisten Fällen schon nach einem Jahre wieder ausklingt. Eine Bekämpfung erübrigt sich im allgemeinen. In vielen Fällen wird durch Ausschneiden und Desinfektion Heilung erzielt. Auf stark verseuchten Böden sollte der Weinbau aufgegeben werden.

W. Maier (Geisenheim).

Hampp, H. Prüfung der Peronospora-Bekämpfungsmittel auf dem Hopfenversuchsgut Hüll 1937. — Nachrichtenbl. dtsch. Pfl.schutzdienst **18**, 30—31, 3 Tab., 1938.

Die Prüfung erstreckte sich auf ein Kupfersparmittel, Kupferkalk Borchers und vier kupferfreie Mittel, darunter Ob 72, wobei Kupferkalk Wacker als Vergleichsmittel diente. Versuchssorte war der sehr peronosporaanfällige Hallertauer Hopfen. Die Witterungsverhältnisse waren 1937 günstig für die Pilzentwicklung. Die Bewertung der Mittel erstreckte sich auf die pilztötende Wirkung im Freien, die Regenbeständigkeit und die Wirkung auf die Schwärmsporen (Hüller Prüfungsverfahren). Dabei wirkte Kupferkalk Wacker in jeder Beziehung sehr gut, beim Kupfersparmittel traten

Verbrennungen auf, Kupferkalk Borchers wirkte mittel bis gut. Die Anwendung der kupferfreien Mittel wird mit Ausnahme des Mittels Ob 72, das sich noch nicht endgültig beurteilen ließ, nicht empfohlen.

Schultz (Berlin-Dahlem).

O'Leary, K. and Guterman, C. E. F., Penicillium rot of Lily bulbs and its control by Calcium hypochlorite. — Contrib. Boyce Thompson Inst. 8, 361—374, 1 Abb., 6 Tab., 1937.

Das Bild der an den Zwiebeln von *Lilium auratum* und anderen Spezies im Lager auftretenden *Penicillium*-Fäule wird beschrieben. Der Erreger gehört zur Gruppe von *P. cyclopium* Westling. Zur Bekämpfung erwiesen sich folgende Mittel als geeignet: Schwefel- oder Kupferkalkstaub, Formaldehyd flüssig oder staubförmig und Borax als Tauchbad. Organische und anorganische Quecksilberverbindungen waren staubförmig gut wirksam, aber schädigten die Lilienzwiebeln. Ungeeignet war auch Naphthalin infolge seiner entfärbenden Einwirkung auf die Zwiebeln. Am besten war Calciumhypochloritpulver geeignet, das, unter das Packmaterial gemischt, die Erkrankung der Zwiebeln während der Lagerung und des Transportes verhütet.

Schultz (Berlin-Dahlem).

C. Schmarotzende höhere Pflanzen.

Gikalow, S. J. Die Bekämpfung des *Orobanche ramosa* L. — Arbeiten des Instituts f. Hanfbau, Lein und Hanf, H. 8, S. 20, 1936. (Russisch.)

Die Hanfsorten werden vom Hanfwürger (*Orobanche ramosa* L.) verschieden stark befallen. Es entfielen je Quadratmeter auf Feldern mit italienischem Hanf 0,2, mit ukrainischen Hanfsorten 0,9—1,2 und mit russischem Hanf 23,3 Hanfwürgerpflanzen. M. Gordienko (Berlin).

D. Unkräuter.

Meyer-Bahlburg: Öffentlicher Wetterdienst und Unkrautbekämpfung. Mitteil. f. d. Landw. **53**, 476, 1938.

Für den Erfolg der Anwendung von Ätzdüngern und Spritzmitteln zur Unkrautbekämpfung ist nicht nur Regenfreiheit und Sonnenschein, sondern auch eine möglichst geringe Luftfeuchtigkeit Voraussetzung. Ist diese hoch, so bleibt selbst bei sonnigem Wetter nach der Behandlung der Erfolg aus. Veranlaßt durch Eingaben der Praxis sagt seit Mitte März 1938 die öffentliche Wetterdienststelle Hamburg auch die voraussichtliche „relative Luftfeuchtigkeit" an. Diese auch für andere landwirtschaftliche Maßnahmen (Eggen, Heuernte, Bewässerung) begrüßenswerte Neuerung wird mit Recht zur weiteren Nachahmung empfohlen. B. Rademacher (Bonn).

V. Tiere als Schaderreger.

B. Nematoden.

Goffart, H.: Das Problem der Nematodenkrankheit bei der Kartoffel. — Arbeiten aus der Biolog. Reichsanstalt **22**, 321—337, 1938.

In der vorliegenden Veröffentlichung werden die Ursachen der „Kartoffelmüdigkeit" und die Auswirkungen der Krankheit auf die Kartoffelknolle untersucht. Nach Ansicht verschiedener Forscher scheint für das Zustandekommen der „Kartoffelmüdigkeit" neben dem Auftreten von Nematoden

(*Heterodera schachtii*) noch ein weiterer Faktor in Betracht zu kommen. Verfasser glaubt auf Grund seiner Versuche, daß dieser („Depressions"-) Faktor durch die Tätigkeit der Nematoden mittelbar hervorgerufen wird. Weitere Untersuchungen ergaben, daß Kartoffeln beim Anbau auf nematodenkrankem Boden eine Veränderung erleiden, die sich in der Ausbildung der Keime, zuweilen auch im Stärkegehalt äußern kann. Am deutlichsten konnten Unterschiede auf kolorimetrischem Wege mit der Phenolmethode ermittelt werden. Bei Anwendung dieses Verfahrens verfärbte sich der Kartoffelbrei bei Knollen von verseuchtem Boden schneller und intensiver als bei Knollen von gesundem Boden. Der durch den Nematodenbefall eintretende Leistungsverfall der Kartoffeln ist reversibel, sobald der Anbau wieder auf gesundem Boden erfolgt. Verfasser.

Goffart, H.: Neuere Forschungsergebnisse zur Kenntnis blattbewohnender Aphelenchen (Nematoden). — Nachrichtenbl. f. d. Deutsch. Pflanzenschutzdienst **18**, 51—52, 1938.

Neuere morphologische Untersuchungen an blattbewohnenden Aphelenchen ergaben, daß die 3 Nematodenarten *Aphelenchoides fragariae*, *A. olesistus* und *A. ritzemabosi* kaum noch scharf voneinander zu trennen sind. Es scheinen jedoch physiologische Unterschiede zu bestehen, die es vielleicht gestatten, eine Aufteilung in verschiedene Rassen vorzunehmen. Verfasser.

C. Schnecken und Muscheln.

Becker, G. Die Bohrmuschel *Teredo*, der gefährlichste Holzzerstörer an deutschen Küsten. — Holz als Roh- und Werkstoff **1**, 249—254, 6 Abb., 38 Ref. 1938.

Übersicht über Gestalt und Biologie von *Teredo*, die an der Nordseeküste von der holländischen Grenze bis zur Elbmündung seit langer Zeit regelmäßig und sehr schädlich auftritt; nur im Mündungsgebiet der Ströme fehlt sie. An der schleswig-holsteinischen Nordseeküste schwankt ihr Auftreten an vielen Stellen sehr stark, während sie an der Ostseeküste z. Zt. nur wenig schädlich wird. An der mecklenburgischen Küste von Heiligendamm bis zum Darß ist sie in den letzten Jahren überraschend stark aufgetreten. Zingst ist die Ostgrenze ihres Verbreitungsgebietes. Die Zerstörungen sind sehr groß; Kern- und Splintholz, Nadel- und Laubhölzer werden in gleicher Weise angegriffen. Jährlich beträgt der Verlust an ungeschütztem Holz 6—8%. Die bestehenden Bekämpfungsverfahren sind besonders wirtschaftlich betrachtet noch wenig befriedigend. Weidner (Hamburg).

D. Insekten und andere Gliedertiere.

Steiner, P.: Hausbockuntersuchungen. (Zweite Mitteilung.) Über einen wirksamen Feind des Hausbocks, den Hausbuntkäfer *Opilo domesticus* L. — Zeitschr. angew. Ent. **25**, 81—91, 6 Abb., 13 Ref., 1938.

Opilo domesticus L. ist oft für das unerklärliche Aufhören von Hausbockbefall in Holzkonstruktionen mit für Hausbocklarven noch günstigen Ernährungsbedingungen verantwortlich. Im Versuch wurden von den *Opilo*-Larven nicht nur Hausbocklarven, sondern auch Mehlmottenraupen, selbst Schweineläuse verzehrt. Die Imagines kamen nicht zur Fortpflanzung, da sie sich bei fehlender geeigneter Nahrung gegenseitig auffraßen. Die Angriffstechnik der *Opilo*-Larve und die Verteidigungsmaßnahmen der Hausbocklarve werden geschildert. Verpuppung in einer selbstgenagten Wiege in Holz

oder Kork. Präpupalzeit bei Zimmertemperatur 2—3 Wochen, Puppenruhe 18 Tage; bei 24 ^{0} C dauert letztere 13—14 Tage, bei 17 ^{0} C 17 Tage.
Weidner (Hamburg).

Mathlein, R.: Undersökningar rörande förrådsskadedjur. I. Kornviveln, *Calandra granaria* L. och risviveln, *Calandra oryzae* L. Deras biologi och bekämpning. — Statens Växtskyddsanstalt Meddelande Nr. 23, 91 S., davon 7 S. deutsche Zusammenfassung, 11 Tabellen, 5 Diagramme, 4 Abb., 60 Ref., 1938.

Die Abhängigkeit der Entwicklungszeit der Korn- und Reiskäfer von der Temperatur wird untersucht (kürzeste Entwicklungszeit, Beginn der Paarung und der Eiablage). Der für ihr Leben und ihre Fortpflanzung notwendige Mindestgehalt an Wasser im Getreide liegt zwischen 10 und 9,5%, im Hafer höher. Für die Eiablage wird von *C. granaria* Gerste und Weizen dem Roggen vorgezogen, von *C. oryzae* für die Eiablage Roggen, für den Imaginesfraß weicher Weizen. Das Hungervermögen ist bei beiden sehr groß. Die Eiablage erfolgt gewöhnlich in den äußeren Schichten der Getreidehaufen. Imagines und alle Entwicklungsstadien sterben bei 55 ^{0} C in ½ Stunde, bei 48—50 ^{0} C in ¾ Stunden, bei 45 ^{0} C in 3½ Stunden. *C. oryzae* stirbt in Schweden im Winter regelmäßig aus, *C. granaria* überwintert nur in Lagerräumen, deren Temperatur wesentlich höher als die der Außenluft ist. Es haben sich als vorbeugende Maßnahmen bewährt Desinfektion der Säcke durch Erwärmen auf 60—70 ^{0} C oder durch Vergasen mit Schwefelkohlenstoff, Schaffung fugenloser Lagerräume, Verwendung käfersicherer Säcke, Regulierung von Temperatur und Feuchtigkeit des lagernden Getreides, als Bekämpfungsmethoden Austrocknen des Getreides bei hohen Temperaturen in Dörrapparaten, Vergasung mit Cyanwasserstoff, Äthylenchlorid, Trichloräthylen und bei der Silobegasung Areginal und Cartox. Wenig Wert wird den Spritzmitteln und den pulverförmigen Mitteln beigelegt. Weidner (Hamburg).

Seiferle, E. J., Adams, J. A., Nagel, C. M., Ho, W. C. Effecktivenes of Fluorine compounds as food poisons for the firebrat. — Journ. Econ. Ent. **31**, 55—60, 2 Abb., 17 Ref. 1938.

Durch Köder aus 200 Teilen gemahlenem Hafer, 10 Teilen Staubzucker und 5 Teilen gepulvertem chem. reinem Kochsalz + 4, 8 oder 12 Gewichtsprozente NaF, Na_2SiF_6, $BaSiF_6$ oder Na_3AlF_6 kann *Thermobia domestica* (Pack.) erfolgreich bekämpft werden. Die Wirkung von NaF ist am schnellsten, die von Na_2SiF_6 und $BaSiF_6$ etwas langsamer und die von Na_3AlF_6 viel langsamer. Weidner (Hamburg).

Andersen, K. Th. Der Kornkäfer (*Calandra granaria* L.). Biologie und Bekämpfung. — Monogr. z. angew. Ent. Nr. 13, 108 S., 1 Taf., 36 Abb., 86 Ref. Berlin 1938.

Nach einer kurzen Übersicht über Nomenklatur, systematische Stellung und wirtschaftliche Bedeutung des Kornkäfers wird seine Morphologie und die Abhängigkeit seiner Größe und seines Gewichts von den Umwelteinflüssen (verschiedene Getreidearten, Korngröße, Temperatur und Feuchtigkeit) dargestellt. Das 2. Kapitel ist der Biologie und Physiologie des Käfers gewidmet und berichtet über die Abhängigkeit seiner Lebensdauer von Temperatur und Feuchtigkeit, über sein Hungervermögen und seine Widerstandsfähigkeit gegen extreme Temperaturen, Wasser und Gase, über Ernährung und Verdauung, über sein reizphysiologisches Verhalten und seine Fortpflanzung. Es folgt die Biologie und Physiologie der Larve. Im 3. Kapitel

wird die Ökologie (Heimat und geographische Verbreitung, Übergang vom Freilands- zum Vorratsschädling, Fortbewegung und Verbreitung) und der Massenwechsel des Käfers behandelt, während sich das 4. Kapitel mit dem Erkennen des Schädlings und den notwendigen Vorbeuge- und Bekämpfungsmaßnahmen beschäftigt. Das klar und leicht verständlich geschriebene Buch bringt sowohl dem Wissenschaftler wie auch dem Praktiker sehr viel wertvolle Anregungen. Ersterer findet die Ergebnisse noch nicht veröffentlichter Versuche des Verfassers, letzterer bekommt besonders im 4. Kapitel die Anleitung zu einer auf biologischer Grundlage beruhenden Bekämpfung des Schädlings. Weidner (Hamburg).

Stellwaag, F.: Der Massenwechsel des bekreuzten Traubenwicklers *Polychrosis botrana* im Weinbau. — Z. angew. Ent. **25**, 57—80, 1938.

Im Gegensatz zum einbindigen Traubenwickler *Clysia ambiguella*, dessen Gradation durch die über 15 Jahre sich erstreckenden Untersuchungen des Verfassers und seiner Mitarbeiter als völlig geklärt bezeichnet werden kann, waren unsere diesbezüglichen Kenntnisse beim bekreuzten Traubenwickler *Polychrosis botrana* noch sehr gering. Auf Grund zahlreicher Freilandbeobachtungen mit Hilfe der Fangglasmethode weist der Verfasser nach, daß die Motten des einbindigen und des bekreuzten Traubenwicklers verschiedene Anforderungen an die Witterung stellen. Der bekreuzte Wickler liebt trockene und warme, der einbindige feuchte und warme Flugstunden. Für die Analyse der Valenzen dürfen nach dem Verfasser nicht Durchschnittswerte von Temperaturen und Feuchtigkeiten benutzt werden, sondern nur die täglichen Werte in der gleichen Zeit des Fluges, während der Dämmerung, denn wenige, im Optimum liegende Stunden können zu einer Massenvermehrung führen. Wenn *botrana* heute an vielen Orten in den Vordergrund getreten ist, so handelt es sich dabei um einen zeitlichen Höhepunkt im Massenwechsel, der jederzeit bei schlechteren Bedingungen in ein Pessimum übergehen kann. Deutschland, die Schweiz und Frankreich sind heute Massenschadgebiete, Italien ein Dauerschadgebiet. Die Annahme verschiedener Autoren, daß *botrana* aus dem Süden bei uns eingeschleppt worden sei, lehnt der Verfasser ab. Die Erkenntnis, daß der bekreuzte Traubenwickler abiotischen Faktoren gegenüber auf das empfindlichste reagiert, läßt es möglich erscheinen, durch Änderung des nahörtlichen Klimas in den Weinbergen die Gefährlichkeit des Schädlings herabzumindern. Götz (Geisenheim).

Saschin, D. Die Bekämpfung des *Cleonus punctiventris* Germ. — Zuckerrübenbau, H. 6, S. 23, 1936. (Russisch.)

Bei der Bekämpfung des *Cleonus punctiventris* Germ. mit Hilfe von Fanggruben spielt die Tiefe der letzteren eine große Rolle. Es fehlten von je 45 eingebrachten Käfern nach Ablauf von 10 Stunden in 15 cm tiefen Fanggruben 55,5%, in 25 cm tiefen 22,2%, in 35 cm tiefen 0% und in 50 cm tiefen 0%. Fanggruben müssen also wenigstens 35 cm tief sein und unbedingt glatte senkrechte Wände haben. M. Gordienko (Berlin).

Altergott, W. F. Die Bekämpfung der *Agrotis Tritici* L. — Zuckerrübenbau, H. 6, S. 39, 1936. (Russisch.)

Es wird empfohlen, *Agrotis Tritici* L. mit Rübensirup, dem 0,3% Natriumfluorid zugegeben wird, zu bekämpfen. Mit dieser Masse werden auf dem Acker verteilte Eisentröge (56 — 32 — 7 cm) beschickt. Es ist sehr zweckmäßig, zum Rübensirup etwas Äther zuzugeben.

M. Gordienko (Berlin).

E. Höhere Tiere.

Storer, Tracy I. The muskrat as native and alien. — Journal of Mammalogy, **18**, 443—460, 1937.

Der Verfasser gibt eine geschichtliche Darstellung der Ausbreitung der Bisamratte und der Entwicklung des Problems in Amerika und Europa. In Nordamerika hat der Bestand an Bisamratten trotz starker Verfolgung als Pelztier und Wildpret im Gegensatz zum Biber und einigen carnivoren Pelztieren nicht abgenommen. Nach einer Übersicht über das ursprüngliche Ausbreitungsgebiet in den Vereinigten Staaten und in Kanada wird die Geschichte der künstlichen Verbreitung des Tieres gegeben. In Europa stellt seine Ausbreitung in Anbetracht der geringen Zahl der eingeführten Tiere einen Einbürgerungserfolg vor, der selbst die des europäischen Kaninchens in Australien und Neu-Seeland, des Haussperlings in Nordamerika und die Verschleppung der Rattenarten in die Seehäfen aller Erdteile übertrifft. Der erste bekannt gewordene Fall der Verpflanzung der Art ist ihre Aussetzung in Böhmen im Jahre 1905. In Kalifornien hat man offenbar um 1911 mit Einbürgerungsversuchen begonnen. Selbst nach dem starken Fallen der Preise für Bisamrattenfelle ist in Zeitschriften des Rauchwarenhandels fortgesetzt durch Angaben über phantastische Erfolge, die mit der Bisamrattenzucht erzielt werden könnten, für diese geworben, und Zuchtpärchen wurden zu enormen Preisen angeboten.

Verfasser bringt eine Ausbreitungskarte der Bisamratte nach Ulbrich und Pustet, aus der das Vordringen des Schädlings in den einzelnen Jahren in Deutschland und der Tschechoslowakei ersichtlich ist. Der Schaden, den die Bisamratte an Kunstbauten und Anlagen in Europa (Kanäle, Eisenbahndämme, andere Dämme, Fischteiche usw.) hervorruft, wird betont. Das Eindringen der Bisamratte nach Deutschland erfolgte durch natürliche Ausbreitung von Böhmen her. Die Entwicklung der Bekämpfungsarbeiten wird geschildert (Überwachung, private und amtliche Fängertätigkeit, Sperrlinie, Fangprämien usw.). Verfasser glaubt nicht, daß es jemals gelingen kann, die Bisamratte aus Mitteleuropa wieder auszurotten, im Gegenteil, er nimmt an, daß sie sich mit der Zeit über das ganze kontinentale Europa ausbreiten wird, soweit sie günstige Existenzbedingungen findet. Die in Deutschland erlassenen gesetzlichen Bestimmungen und die Neuregelung der Bisamrattenbekämpfung im Jahre 1935 durch die Ernennung von Dr. Pustet zum Reichsbeauftragten für die Bisamrattenbekämpfung werden hervorgehoben.

In Frankreich sind im Territoire de Belfort und in den Departements Bas-Rhin und Ardennes Bisamratten festgestellt; die Verseuchung ist durch entkommene Tiere aus Farmen erfolgt. Nach Finnland wurden 1922 in Kronoby bei Wasa und 1923 in Ylivieska und Tuulois, einem Gebiet mit vielen Seen, Bisamratten eingeführt. 1929/30 fand man in Polen in den oberschlesischen Kreisen Rybnik, Teschen und Pleß und 1933 in der ehemalig russischen Woiwodschaft Kielee die ersten Bisamratten. In der Schweiz wurden am Vierwaldstätter See einige Stücke erbeutet, jedoch konnte keine weitere Verseuchung festgestellt werden. Für Belgien wird das Vorhandensein von Bisamrattenfarmen berichtet. (Anm. d. Ref.: Inzwischen sind Mitteilungen über das Auftreten von Bisamratten in Belgien und in den Niederlanden an die Biologische Reichsanstalt gelangt.) Über den gegenwärtigen Stand der Ausbreitung der Bisamratte in Rußland ist Verfasser sich nicht im klaren. Es sollen 1934 aus England nach Rußland und 1928 aus Ontario nach Kamtschatka Bisamratten exportiert worden sein. 1927 wurden Bisam-

ratten nach Schottland und 1929 nach England (Shoeburyness, Essex) eingeführt. Auch nach Irland wurden 1927 in die Grafschaft Tipperary Bisamratten verbracht. Durch entkommene Tiere wurde viel Schaden angerichtet. Eine Anzahl von Ansiedlungen konnte im Laufe der Jahre festgestellt werden. Deshalb wurden gesetzliche Bestimmungen erlassen, die das Halten und die Einfuhr lebender Bisamratten verbieten. Nach deutschem Muster wurde unter Mitwirkung des deutschen Oberbisamjägers Roith eine Bekämpfungsaktion mit bestem Erfolge durchgeführt. In England kam dabei jede erbeutete Bisamratte auf $ 28.29, in Schottland auf $ 52.43 zu stehen. 1937 wurde der Feldzug dort beendet.

Zum Schluß bringt der Verfasser eine eingehende Darstellung einzelner Fälle künstlicher Ansiedlung der Bisamratte in Nordamerika, sowie von Berichten über Schäden unter Angabe der gesetzlichen Bestimmungen.

Erika von Winning (Dahlem).

VII. Sammelberichte.

Zillig, Hermann: Witterung und Auftreten von Rebenfeinden in den deutschen Weinbaugebieten im Jahre 1937. Wein und Rebe, Jg. 20, 1938, S. 78—102.

Die Witterung im Vegetationsjahr 1937 war in den meisten deutschen Weinbaugebieten durch hohe Temperaturen und ungewöhnliche Trockenheit gekennzeichnet. Wachstumsschwankungen, Blattschädigungen, Beeinträchtigung der Beerenreife, vor allem in Berglagen, waren die Folge. Durch Hagel wurde in allen süddeutschen Weinbaugebieten Schaden angerichtet. Allein in Rheinhessen wird der Ernteausfall durch den Hagel eines einzigen Tages auf 1 500 000 RM. geschätzt.

Von den pilzlichen Krankheiten trat der Rote Brenner (*Pseudopeziza tracheiphila*) nur ganz selten, der Echte Mehltau (*Uncinula necator*) dagegen an Stellen auf, wo er seit Jahren nicht mehr beobachtet worden war. Die Abhängigkeit des Auftretens von *Plasmopara viticola* von den Niederschlägen war deutlich zu beobachten. Nur dort, wo in den Sommermonaten erhebliche Regenfälle zu verzeichnen waren (Baden, Württemberg, Franken), trat *Plasmopara* stärker auf, während in den niederschlagsärmeren Gebieten (Rheinisches Schiefergebirge, Hessen, Pfalz) die Bekämpfungsarbeit auf ein Mindestmaß beschränkt bleiben konnte, teilweise sogar die Nachblütenspritzung ausreichend war.

Bei den tierischen Schädlingen der Rebe ist in erster Linie das starke Auftreten der Traubenwickler (*Clysia ambiguella* und *Polychrosis botrana*) zu nennen. Der Flug der Heuwurmmotten war sehr verzettelt, die Bekämpfung deshalb und wegen der raschen Entwicklung der Blüte (Anwendung von Berührungsgiften statt Arsen) häufig nicht genügend erfolgreich. Zum Teil als Folge hiervon wurde 1937 der stärkste Sauerwurmmottenflug seit Einführung der Mottenbeobachtung festgestellt. Nur durch intensive Bekämpfung konnten in vielen Gebieten katastrophale Schäden durch den außerordentlich stark aufgetretenen Sauerwurm verhütet werden.

Hingewiesen sei noch auf die in den letzten Jahren zunehmenden Schädigungen durch Kaninchen, Schwarzdrosseln und Stare. Man muß dem Verfasser recht geben, wenn er eine Niederhaltung dieser Tiere fordert, ehe es zu spät ist.

W. Maier (Geisenheim).

VIII. Pflanzenschutz.

Anweisung der Überwachung und Bekämpfung der forstschädlichen Insekten im Bereiche der Preußischen Landesforstverwaltung. Allg. Vfg. 82 d. Rfm u. Pr. Lfm vom 20. 12. 1937 — II 11468 —. Reichsministerialblatt der Forstverwaltung Nr. 52, 1937.

Die Überwachung und Bekämpfung der Schadinsekten obliegt grundsätzlich den örtlichen Forstbehörden. Sie haben für rechtzeitiges Erkennen einer Insektenvermehrung und die Durchführung wirksamer Gegenmaßnahmen Sorge zu tragen. Im Bedarfsfalle wirken dabei Sachverständige der Forstentomologischen Dienststellen (Zoolog. Institut der Forstl. Hochschule Hann. Münden, Institut für Waldschutz in Eberswalde, Preuß. Forstmeister in Breitenheide) gutachtlich, anleitend und beratend mit; sie führen insbesondere die abschließende Erfolgskontrolle durch. Erstrecken sich Massenvermehrungen über mehrere Landforstmeisterbezirke, so kann die Leitung der Bekämpfungsaktion ausnahmsweise einer Forstentomologischen Dienststelle übertragen werden. In jedem Landforstmeisterbezirk hat ein Sachbearbeiter für den Forstschutz verantwortlich zu zeichnen. — Die ständige Beobachtung der Schadinsekten erstreckt sich auch auf Gemeinde-, Körperschafts- und Privatwaldungen. Die Überwachung der zu periodisch wiederkehrenden Massenvermehrungen neigenden Großschädlinge (Forleule, Kiefernspanner, Nonne, Kiefernspinner) erfolgt in enger Zusammenarbeit mit den Entomologischen Dienststellen. Die im Boden überwinternden Kieferninsekten werden, wie bisher, alljährlich durch Probesuchen im Dezember erfaßt. Die Auswertung der in Puppenbücher eingetragenen Suchergebnisse und die Prognosestellung geschieht durch die Entomologische Dienststelle. Die Stärke des Nonnenauftretens soll durch Auszählen der Falter je Stamm in der Zeit vom 15. 7. bis 25. 8. jeden Jahres ermittelt werden. — Der Meldedienst sieht eine eingehende, regelmäßige Berichterstattung vor. — Vorschriften für die Ausführung von Probesuchen nach Kieferninsekten, für die Beobachtung und Überwachung der Nonne und für die Eintragungen der Ergebnisse in die Vordrucke (Puppenbücher usw.) ergänzen die Anweisung.

Subklew (Eberswalde).

Engel, H.: Wirkung des Kontaktgiftes Detal auf die Fauna der Kiefernkronen. — N.S.B.Z. Deutsche Forstztg. 7, 407, 1938.

Untersuchung der Kronenfauna von je 4 Stämmen eines 80-jährigen Kiefernbestandes im Forstamt Jävenitz (Letzlinger Heide) 8 Tage vor und nach einer Flugzeugbestäubung mit „Detal" gegen Kiefernspanner im August 1937. Der Kiefernspanner wurde zu 97,5%, Nonnen und andere Spannerraupen zu 83,03% vernichtet. Der Abgang an Coleopteren (vornehmlich Rüsselkäfer: *Hylobius abietis, Brachyderes incanus, Strophosomus rufipes*) betrug 70,5%. Coccinelliden erlitten keinen Verlust; für Wanzen wird eine Zunahme von 50%, für Spinnen eine solche von 9,2% nach der Bestäubung verzeichnet. Ob die Anwendung der Dinitroorthokresolgifte sich auf forstnützliche Insekten „günstig auswirkt", müßte durch weitere, sorgfältige Untersuchungen erhärtet werden. Subklew (Eberswalde).

Verlag von Eugen Ulmer in Stuttgart. — Druck von Ungeheuer & Ulmer, Buchdruckerei, Ludwigsburg.